



PAS-onderzoek M1 naar defosfatering in de Wieden en Weerribben

Provincie Overijssel

7 februari 2017

Project PAS-onderzoek M1 naar defosfatering in de Wieden en Weerribben
Status Definitief
Datum 7 februari 2017
Referentie ZL511-13/17-001.854

Opdrachtgever Provincie Overijssel
Projectcode ZL511-13
Projectleider dr. C. Cusell
Projectdirecteur drs. M. Klinge

Auteur(s) dr. C. Cusell, drs. J. Mandemakers
Gecontroleerd door drs. S. Schep
Goedgekeurd door dr. C. Cusell

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

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

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

BELEIDSSAMENVATTING

Aanleiding

Gezamenlijk met gebiedspartners werkt de Provincie Overijssel via het Programmaplan Ontwikkelopgave EHS/N2000 aan de uitvoering van de PAS-maatregelen en onderzoeken die in PAS-gebiedsanalyses staan vermeld. In de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben (Provincie Overijssel 2015) is geconstateerd dat de waterkwaliteit (met bijzondere aandacht voor de P-huishouding) voor een aantal habitattypen een knelpunt vormt. Dit geldt vooral voor kranswiervegetaties (H3140), trilvenen (H7140A) en veenmosrietlanden (H7140B) en mogelijk ook voor galigaanmoerassen (H7210) en blauwgraslanden (H6410). De huidige waterkwaliteit zorgt er voor dat bovengenoemde habitattypen in aanzienlijke delen van de Wieden en Weerribben te maken hebben met te hoge P-concentraties om zich (goed) te kunnen ontwikkelen. In de PAS-gebiedsanalyse wordt dan ook aangegeven dat een verbetering van de waterkwaliteit nodig is voor de gewenste grootschalige ontwikkeling van jonge verlandingsstadia richting trilveen en voor de kwaliteit van verscheidene aanwezige habitattypen.

De waterkwaliteit kan verbeterd worden door minder nutriënten het Natura 2000-gebied in te laten. Er zijn echter verschillende mogelijkheden om de inkomende P-belasting te verlagen, en aan elke methode kleven zowel voor- als nadelen. Om in de 1^{ste} PAS-periode (2016-2021) een zorgvuldig besluit te kunnen nemen over eventuele extra maatregelen in de 2^{de} PAS-periode (2021-2027) is maatregel M1 (Onderzoek defosfatering Wieden-Weerribben) opgenomen in de PAS-gebiedsanalyses van de Wieden en de Weerribben. Het voorliggende rapport betreft de eerste stap van maatregel M1, namelijk de bestaande kennis op een rij zetten (kennismontage) en analyse (trend- en clusteranalyse) van totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben.

Onderzoeksvragen

In het rapport worden de volgende onderzoeksvragen behandeld:

- wat is de **actuele waterkwaliteit** met betrekking tot P in de boezem van noordwest Overijssel?
- wat zijn de **belangrijkste bronnen** van P?
- wat is de **autonome ontwikkeling** van P-concentraties in de boezem?
- hoe **verhouden de actuele waterkwaliteit en streefwaarden van P** zich ten opzichte van elkaar?
- **vormt P een knelpunt** voor de ecologische ontwikkeling, zoals is beschreven in de PAS-gebiedsanalyse?
- welke **maatregelen** om de P-concentraties in de boezem te verlagen zijn al in de literatuur beschreven?
- wat is de **effectiviteit van de maatregelen** en welke potentiële neveneffecten kunnen er optreden?
- wat zijn de **aanbevelingen voor nadere inhoudelijke onderbouwing van resterende kennislacunes**?

Uitkomsten

- **actuele waterkwaliteit:** Uit metingen blijkt dat over het algemeen geldt dat des te verder een locatie van een poldergemaal ligt des te groter de kans is dat de P-concentraties in het oppervlaktewater laag zijn. De hoogste P-concentraties worden gevonden in de meren en grote kanalen (het hoofdwatersysteem), terwijl lagere concentraties gemeten worden in petgaten en kleine meren (het haarvatensysteem). Ook in het haarvatensysteem worden echter op nog behoorlijk veel plekken te hoge P-concentraties gemeten, oftewel waarden die boven de gestelde streefwaarden uitkomen. Dit is vermoedelijk één van de oorzaken dat gewenste verlandingsvegetaties nog niet in voldoende hoeveelheid in het haarvatensysteem voorkomen. Deze vegetaties, die op termijn tot nieuwe trilvenen kunnen leiden, worden momenteel vooral waargenomen op locaties die relatief ver van de poldergemalen af liggen en wel te maken hebben met behoorlijk Ca-rijk water;
- **belangrijkste bronnen:** De belangrijkste aanvoerbronnen van P-rijk (en Ca-rijk) water zijn de waterinlaten vanuit de diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg (samen circa 40% van de totale P-belasting), de ondiepe polders bij de gemalen Broammeule en Eesveen (samen eveneens circa 40% van de totale P-belasting) en daarnaast de Steenwijker Aa (circa 20% van de totale P-belasting). Deze bronnen liggen allemaal aan de noordoostkant van de Wieden en de oostkant van de Weerribben;
- **autonome ontwikkeling:** De totale P-concentraties zijn de laatste decennia significant afgenomen in de haarvaten van de boezem, maar niet in het hoofdwatersysteem. De laatste 10 jaar is er nauwelijks meer een dalende trend waar te nemen. Het is niet te verwachten dat de autonome ontwikkeling (maatregelen die op dit moment zijn gepland) zal leiden tot een verdere structurele en significante daling van de P-

belasting. Deze verwachting is gebaseerd op literatuurstudie en expertoordeel over het effect van voorgenomen maatregelen op de waterkwaliteit;

- **vergelijking actuele waterkwaliteit en streefwaarden van P:** Van de beschikbare watermeetpunten door het gebied heen voldoet circa 75 % niet aan de P-streefwaarde van kranswierwateren, circa 55 % niet aan de P-streefwaarde van krabbenscheerwateren en circa 35 % niet aan de P-streefwaarde van trilvenen, oftewel respectievelijk 25, 45 en 65 % voldoet wel. In circa 50 % van de petgaten wordt wat betreft de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater niet voldaan aan de streefwaarde;
- **vormt P een knelpunt?:** De totaal P-concentratie in het oppervlaktewater is in grote delen van de boezem nog te hoog om de waterkwaliteit te bereiken die nodig is om op lange termijn te voldoen aan de ecologische doelen die zijn vastgesteld voor het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben. Fosfor vormt hier een knelpunt. Dit komt overeen met de conclusies die in de PAS-gebiedsanalyses en de Natura 2000-beheerplannen staan (Provincie Overijssel 2015, 2016). Het P-probleem is niet in het gehele gebied aanwezig en naast P kunnen andere factoren, zoals de basenhuishouding en atmosferische depositie, ook een belangrijke rol spelen. Op locaties waar de P-concentraties te hoog zijn, is het verlagen van de P-concentraties echter wel een noodzakelijke stap voor het bereiken van ecologische doelen in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben;
- **maatregelen:** In het rapport worden maatregelen beschreven die direct invloed kunnen hebben op de externe P-belasting van de boezem (zogenaamde bronmaatregelen). De volgende potentiële bronmaatregelen zijn beschreven op hun globale effecten, waarbij de effecten zijn beschreven op basis van bestaande literatuur en kennis:
 - 1 niets doen (autonome ontwikkeling)
 - 2 flexibeler peilbeheer
 - 3 aankoppelen Linde
 - 4 aankoppelen Meppelerdiep
 - 5 omleiden Steenwijker Aa
 - 6 polders afkoppelen
 - 7 permanent extensief graslandgebruik in landbouwgebieden
 - 8 natuurlijk defosfateren in kwelpolders
 - 9 phoslock toedienen in polders
 - 10 chemisch defosfateren polderwater
 - 11 waterharmonica
 - 12 biocascade
- **effectiviteit van de maatregelen:** Voor de eerste vijf bovenstaande potentiële maatregelen geldt dat het effect op de externe P-belasting gering (minder dan 5% van de totale P-belasting) of zelfs negatief is. Hieronder worden dan ook alleen de onderste zeven maatregelen nauwkeuriger behandeld. In de toekomst kan overigens voor maatregelen 3 en 4 (aankoppelen Linde, aankoppelen Meppelerdiep) gelden dat zij bij beperking van het fosfaatgebruik in de achterliggende beekdalen wel degelijk een positieve uitwerking kunnen hebben op het systeemherstel doordat er dan nutriëntarm en basenrijk water kan worden aangevoerd. Vooralsnog zal aankoppeling van deze beeksystemen op de boezem van noordwest Overijssel echter tot een toename van de externe P-belasting leiden:
 - **polders afkoppelen:** Door landbouwpolders, waaruit momenteel veel P-rijk water wordt ingelaten in de boezem, af te koppelen van de Wieden en de Weerribben kan de externe P-belasting op de boezem sterk worden verlaagd. Omdat het water uit deze polders ook een belangrijke bron van calcium is, heeft afkoppelen een sterk nadelig effect op de basenhuishouding. Deze maatregel is daarom vanuit ecologisch opzicht niet aan te raden;
 - **permanent extensief graslandgebruik in landbouwgebieden:** Bij deze maatregel is er sprake van blijvend grasland in combinatie met inrichtingsmaatregelen en bemestingsbeperkende maatregelen in de bronpolders. Dit heeft een positief effect op de P-belasting, doordat de ondiepe uit- en afspoeling van de landbouwpercelen zal afnemen. Het is echter nog onduidelijk hoeveel de P-belasting zal afnemen;

- **natuurlijk defosfateren in kwelpolders:** Het polderwater in diepe polders bevat veel ijzer door de aanwezigheid van kwel. Door een groot contactoppervlak tussen onderwaterbodem en oppervlaktewater te maken zou dit ijzer gebruikt kunnen worden voor natuurlijke defosfatering. Bij deze maatregel wordt het oppervlak aan sloten in de polder vergroot, wat ten koste gaat van het areaal beschikbare landbouwgrond. De omvang van het ruimtebeslag is afhankelijk van de gewenste daling van de P-belasting bij het poldergemaal. Naar de effectiviteit van deze maatregel en de mogelijke invloed op kwelstromen in de polders is beperkt onderzoek gedaan;
- **phoslock toedienen in polders:** Door Phoslock (een kleiprodukt dat P bindt) aan de poldersloten toe te dienen, zou extra P in de poldersloten kunnen worden vastgelegd. Daardoor komt het P niet in de boezem terecht. Dit zou als aanvullende maatregel uitgevoerd kunnen worden bij natuurlijk defosfateren in kwelpolders (vorige maatregel). Deze toepassing van Phoslock in poldersloten is echter nog niet eerder getest of toegepast. Er zijn wel aanwijzingen dat Phoslock minder goed werkt in wateren met een veenbodem, zoals in de polders veelal het geval is, door binding van Phoslock aan opgelost organisch materiaal. De effecten op de P- en Ca-belasting en eventuele neveneffecten voor het bodemleven in onderwaterbodems, dienen dan ook beter te worden onderzocht voordat toepassing van deze maatregel in de praktijk kan worden overwogen;
- **chemisch defosfateren polderwater:** Bij chemisch defosfateren wordt per poldergemaal in een installatie FeCl_3 toegevoegd aan het uitgaande polderwater, waardoor P kan neerslaan in een bezinkbassin dat af en toe wordt gebaggerd. Op deze manier kan de externe P-belasting op de boezem worden verminderd. Er dient wel rekening mee te worden gehouden dat de effectiviteit van chemisch defosfateren lager kan zijn in veengebieden, doordat opgelost organisch materiaal aan het ijzer kan gaan binden. Daarnaast zijn er bij chemisch defosfateren in theorie risico's op verzuring en verbrakking van de boezem. Als de defosfatering goed wordt uitgevoerd zijn er echter vrijwel geen effecten op de basenhuishouding van de boezem en zal de chloridelast beperkt zijn ten opzichte van het watervolume van de gehele boezem;
- **waterharmonica:** Dit is een gebied nabij de poldergemalen dat ingericht wordt als helofytenfilter. Goed onderhouden helofytenfilters kunnen leiden tot een afname van de externe P-belasting, maar het is bekend dat helofytenfilters vooral effectief zijn bij zuivering van afvalwater met hoge P-concentraties. Helofytenfilters laten in de praktijk zeer wisselende resultaten zien bij zuivering van oppervlaktewater, vooral in veengebieden waar het moeras zelfs een bron kan worden doordat de veenaafbraak kan worden gestimuleerd door de rietgroei. Verder is het rendement in de winter een stuk lager dan in de zomer, doordat de helofyten dan vrijwel niet groeien. Tenslotte is het ruimtebeslag in de landbouwpolders aanzienlijk;
- **biocascade:** Een biocascade, die momenteel ontwikkeld wordt door onderzoeksbureau B-WARE, onderscheidt zich van bijvoorbeeld een waterharmonica door de toepassing van verschillende seizoensrobuuste zuiveringsmechanismen (filteren, adsorberen, sedimenteren en opname door vegetatie) achter elkaar. Hoewel de biocascade nog niet full-scale in het veld is toegepast, is de potentie om de P-belastingen te verlagen groot. Het voordeel ten opzicht van een waterharmonica is dat de externe P-belasting verder verlaagd kan worden, de P in theorie teruggewonnen kan worden en het systeem ook in de winter effectief kan functioneren. Er dient evenals bij de waterharmonica wel rekening te worden gehouden met het ruimtebeslag;
- **aanbevelingen voor nadere inhoudelijke onderbouwing bij besluitvorming en het oplossen van resterende kennislacunes:** Het is duidelijk dat enkele poldergemalen aan de randen van de boezem verantwoordelijk zijn voor de grootste externe P-belasting. Het huidige gebrek aan systeembegrip over de Wieden en Weerribben leidt er echter toe dat het erg lastig is om per bron aan te geven wat de effecten zullen zijn van het verlagen van de hoeveelheid ingelaten P bij die bron op het ecologisch functioneren van het gebied. We willen weten of, en hoeveel, de aanvoer van P naar kritische habitats afneemt, en wat de uiteindelijke effecten op de kwaliteit en ontwikkeling van deze habitats zal zijn. De twee belangrijkste aanbevelingen voor nadere uitwerking zijn:
 - **inzicht krijgen in de verspreiding van P door de boezem:** Dit inzicht kan verkregen worden via het uitvoeren van een integrale systeemanalyse, waarin de volgende onderdelen een belangrijke rol dienen te spelen:

- het uitvoeren van een gedegen herkomstanalyses met behulp van stromingsmodellen. Met behulp van een stromingsmodel van de Wieden en Weerribben, dat gebaseerd is op gemeten waterkwaliteitsgegevens, kunnen de effecten van mogelijke bronmaatregelen (waarmee de externe P-belastingen worden verlaagd) worden doorgerekend. Op deze wijze kan worden ingeschat hoeveel de P-belasting op welke locatie omlaag dient te gaan om de ecologische doelstellingen te halen;
- het gebruik van biologische modellen (zoals PCLake) die het voedselweb in aquatische systemen nabootsen. Met deze modellen kunnen kritische P-belastingen worden berekend voor verschillende aquatische delen in het gebied (petgaten, kleine en grote meren). Door deze kritische belastingen te vergelijken met de belastingen uit bovenstaande herkomstanalyse kunnen de mogelijkheden en noodzaak voor verschillende typen maatregelen beter worden onderbouwd. Tijdens een dergelijke analyse dient naast bronmaatregelen, waarmee de externe P-belasting wordt verlaagd, ook aandacht uit te gaan naar interne maatregelen als verdiepen van een meer en actief visstandbeheer. Interne maatregelen kunnen er onder de juiste condities namelijk voor zorgen dat de externe P-belasting minder ver verlaagd hoeft te worden dan men op basis van de huidige P-concentraties zou vermoeden. Dergelijke maatregelen kunnen er voor zorgen dat het ecologisch watersysteem overgaat in een nieuwe toestand met meer planten, waardoor een ander voedselweb ontstaat dat meer P in het systeem opslaat waarmee de P-concentratie in het oppervlaktewater kan dalen. Dergelijke conclusies kunnen alleen onderbouwd worden genomen als er naast herkomstanalyses (waarmee inzicht wordt verkregen in de belastingen) ook inzicht wordt verkregen in de kritische belastingen via voedselwebmodellen;
- *meer inzicht in de relatie tussen de P- en basenhuishouding en de ecologische toestand:* In dit rapport is vooral aandacht besteed aan de P-huishouding van de boezem, terwijl de basenhuishouding voor verscheidene habitattypen in de Wieden en Weerribben van vergelijkbaar belang is. Daarom is het belangrijk om aan de voorliggende kennismontage voor de P-huishouding ook een uitgebreidere kennismontage voor de basenhuishouding toe te voegen. In aansluiting op deze kennismontage zou de basenhuishouding ook meegenomen dienen te worden in de herkomstanalyse. Daarnaast wordt geadviseerd om de relatie tussen waterkwaliteit en de ecologische toestand van habitattypen beter in beeld te brengen door aanvullende metingen. Door de biologische en biogeochemische toestand op veel plekken in de boezem aan elkaar te koppelen, kan in een systeemanalyse beter geduid worden wat het effect van bepaalde P- en Ca-concentraties, -belastingen en -bronnen is op het functioneren van het systeem. Tenslotte is er behoefte aan beter onderbouwde streefwaarden van P voor een aantal in het gebied voorkomende habitattypen.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Globale aanpak met werkstappen	2
1.4	Leeswijzer	2
2	INTRODUCTIE OP DE BOEZEM	3
2.1	Geschiedenis en begrenzing van de boezem	3
2.2	Aanwezige habitattypen en de instandhoudingsdoelstellingen	4
2.3	Knelpunten	6
3	WERKING VAN DE BOEZEM	8
3.1	Hydrologisch functioneren van de boezem	8
3.1.1	Geohydrologie	8
3.1.2	Waterpeilen in het oppervlaktewatersysteem	8
3.1.3	Waterposten van het oppervlaktewatersysteem	9
3.1.4	Waterstroming in het oppervlaktewatersysteem	10
3.2	P-huishouding in de boezem	12
3.3	Basenhuishouding in de boezem	13
4	NADERE ANALYSE VAN P-HUISHOUDING IN DE BOEZEM	15
4.1	Aanpak	15
4.2	Gemiddelde zomer- en winterconcentraties van totaal P in het oppervlaktewatersysteem	17
4.3	Trendanalyse voor de totaal P-concentraties over de periode 2005 - 2016	20
4.4	Clusteranalyse op basis van totaal P-concentraties in het oppervlaktewater	23
4.5	Prognose van autonome ontwikkeling totaal P-concentraties in het oppervlaktewater van de boezem	24
4.5.1	Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) Steenwijk	25
4.5.2	Riooloverstorten	25
4.5.3	Peilbeheer	25
4.5.4	Agrarische activiteiten	26

4.5.5	Recreatie en toerisme	27
4.6	Conclusies	27
5	GEWENSTE TOESTAND VAN DE BOEZEM	29
5.1	Aanpak	29
5.2	Streefwaarden voor totaal P voor verschillende habitattypen	30
5.3	Conclusies	32
6	VERSCHIL TUSSEN DE HUIDIGE EN GEWENSTE TOESTAND IN DE BOEZEM	34
6.1	Aanpak	34
6.2	Verschillen tussen huidige en gewenste P-concentraties in het oppervlaktewater	34
6.2.1	Aquatische habitattypen	34
6.2.2	Semi-terrestrische habitattypen	35
6.3	Locaties met een overschrijding van de streefwaarde	38
6.4	Conclusies	39
7	EFFECTEN VAN MAATREGELEN	42
7.1	Beschrijving en effecten van de maatregelen	43
7.1.1	Niets doen (autonome ontwikkeling)	43
7.1.2	Flexibeler peilbeheer	43
7.1.3	Aankoppelen Linde	44
7.1.4	Aankoppelen Meppelerdiep	44
7.1.5	Omleiden Steenwijker Aa	45
7.1.6	Polders afkoppelen	45
7.1.7	Permanent extensief graslandgebruik in landbouwgebieden	46
7.1.8	Natuurlijk defosfateren in kwelpolders	46
7.1.9	Phoslock toedienen in polders	47
7.1.10	Chemisch defosfateren polderwater	47
7.1.11	Waterharmonica	48
7.1.12	Biocascade	48
7.2	Conclusies	49
8	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	51
9	LITERATUURLIJST	55
	Laatste pagina	57

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Habitatkaarten van De Wieden en De Weerribben	2
II	Aanpak voor trend- en clusteranalyses	4
III	Regressieplots voor locaties met significante Trends voor de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater tussen 2006 en 2015	4
IV	Meetreeksen totaal P-concentraties per cluster	2
V	Effect van recente en geplande omzetting van landbouw naar natuur in de boezem en in stroomgebieden die de boezem voeden	2

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Gezamenlijk met gebiedspartners werkt de Provincie Overijssel via het Programmaplan Ontwikkelopgave EHS/N2000 aan de uitvoering van de PAS-maatregelen en onderzoeken die in PAS-gebiedsanalyses staan vermeld. Volgens de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben (Provincie Overijssel 2015) moeten er de komende jaren ook verscheidene maatregelen en onderzoeken uitgevoerd worden voor de Natura 2000-gebieden De Wieden en Weerribben. Eén van deze onderzoeken (M1) gaat over de mogelijkheid om defosfatering in de Wieden en Weerribben toe te passen, en hierover een besluit te nemen. De Provincie Overijssel is aangewezen als trekker van dit onderzoek.

In de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben (Provincie Overijssel 2015) is geconstateerd dat de waterkwaliteit (onder andere het fosfaatgehalte) voor een aantal habitattypen een knelpunt vormt. Dit geldt vooral voor kranswiervegetaties (H3140) buiten het haarvatensysteem, mesotrafente verlandingsvegetaties, trilvenen (H7140A) en veenmosrietlanden (H7140B) en mogelijk ook voor galigaanmoerassen (H7210) en blauwgraslanden (H6410). Doordat de fosfaatconcentraties en -belastingen binnen de boezem verschillen (onder andere Torenbeek 2008; Cusell et al. 2013), is het waterkwaliteitsknelpunt vermoedelijk niet overal even groot. Hoe dan ook zorgt de huidige waterkwaliteit er voor dat bovengenoemde habitattypen in aanzienlijke delen van de Wieden en Weerribben te maken hebben met te hoge P-gehalte om zich (goed) te kunnen ontwikkelen. In de PAS-gebiedsanalyse wordt dan ook aangegeven dat een verbetering van de waterkwaliteit nodig is voor de gewenste grootschalige ontwikkeling van jonge verlandingsstadia richting trilveen en voor de kwaliteit van verscheidene aanwezige habitattypen.

De waterkwaliteit kan verbeterd worden door minder nutriënten het Natura 2000-gebied in te laten. Er zijn echter verschillende mogelijkheden om de inkomende P-belasting te verlagen, en aan elke methode kleven zowel voor- als nadelen. Om in de 1^{ste} PAS-periode (2016-2021) een zorgvuldig besluit te kunnen nemen over of en hoe het fosfaatgehalte in de boezem verlaagd kan worden met extra maatregelen in de 2^{de} PAS-periode (2021-2027) dient bestaande informatie op een navolgbare wijze beschikbaar te worden gemaakt voor bestuurders.

Onderzoek M1 uit de PAS-gebiedsanalyse van De Wieden en Weerribben (Onderzoek defosfatering Wieden-Weerribben) wordt uitgevoerd om deze bestuurlijke besluitvorming in de 1^{ste} PAS-periode mogelijk te maken. De hier voorliggende opdracht betreft het eerste deel van onderzoek M1, namelijk de kennismontage op basis van bestaande literatuur en analyse (trend- en clusteranalyse) van totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben.

1.2 Doel

Het uiteindelijke hoofddoel van maatregel M1 uit de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben is om een besluit te nemen over P-reducerende maatregelen. Voor een zorgvuldige besluitvorming is informatie nodig over de verschillende aspecten van mogelijke maatregelen.

In deze opdracht wordt getracht om dit hoofddoel op basis van huidige kennis en literatuur te bereiken, waarbij de volgende deeldoelen zijn vastgesteld:

- inzicht geven in de autonome ontwikkeling van het P-gehalte in de boezem;
- inzicht geven in mogelijkheden om tot een voldoende laag fosfaatgehalte nabij de kritische habitattypen te komen en (zo mogelijk) aanbevelingen te geven voor betere streefwaarden;
- verschillende fosfaatverlagende maatregelen met elkaar vergelijken door deze maatregelen apart uit te werken en op een vergelijkbare wijze te beschrijven.

1.3 Globale aanpak met werkstappen

Om deze doelen te bereiken, dient een aantal werkstappen te worden doorlopen. Elke werkstap vormt daarbij een noodzakelijk stukje van de puzzel dat zo goed mogelijk opgelost dient te worden om tot een advies te komen. Het gaat om de volgende werkstappen:

- **introductie op de boezem (hoofdstuk 2):** Er wordt ingegaan op de begrenzing, de voorkomende habitattypen en de natuurdoelen in de boezem van noordwest Overijssel;
- **werking van de boezem (hoofdstuk 3):** In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de werking van de boezem van noordwest Overijssel op basis van literatuur. Hierbij wordt zowel op het hydrologische functioneren van de boezem als op de P- en basenhuishouding ingegaan. Dit basisbegrip over de condities in de boezem is nodig voor een goede interpretatie van de resultaten in de navolgende hoofdstukken;
- **nadere analyse van P-huishouding in de boezem (hoofdstuk 4):** Er wordt in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de huidige condities van noordwest Overijssel op basis van metingen, waarbij de nadruk ligt op de totaal P-concentraties die in het oppervlaktewater van de boezem voorkomen. Naast de huidige toestand wordt er ook ingegaan op de trends van de totaal P-concentraties in de boezem in de afgelopen decennia, omdat alleen met begrip van deze ontwikkeling toegewerkt kan worden naar een zorgvuldig besluit over maatregelen waarmee ingegrepen kan worden op deze ontwikkeling en de gewenste doelen bereikt kunnen worden. Waar mogelijk, wordt er op basis van de trendanalyse ook een prognose gegeven van de condities in de boezem van noordwest Overijssel in 2027;
- **gewenste toestand van de boezem (hoofdstuk 5):** In dit hoofdstuk wordt de gewenste toestand voor de verschillende gebieden in de boezem van noordwest Overijssel ingeschat en wordt ook ingegaan op de betrouwbaarheid van de verschillende gebruikte streefwaarden;
- **verschil tussen de huidige en gewenste toestand in de boezem (hoofdstuk 6):** In dit hoofdstuk bepalen we of de huidige toestand verschilt van de gewenste toestand in de verschillende delen van de boezem;
- **effecten van maatregelen (hoofdstuk 7):** Op basis van de informatie uit de eerdere hoofdstukken wordt ingeschat waar welke maatregelen uitgevoerd kunnen worden om de externe P-belasting te reduceren tot het niveau waarop de gewenste habitattypen in voldoende mate in Nationaal Park Weerribben-Wieden kunnen voorkomen. In dit hoofdstuk worden deze maatregelen beschreven en wordt er tevens ingegaan op de potentiële voor- en nadelen.

In de voorliggende rapportage zijn deze verschillende werkstappen doorlopen op basis van bestaande literatuur en analyses (trend- en clusteranalyse) van totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben. In de tekst is aangegeven waar door het uitvoeren van nader onderzoek conclusies met meer zekerheid onderbouwd kunnen worden.

1.4 Leeswijzer

De hoofdstukken zijn geordend aan de hand van de bovengenoemde werkstappen (hoofdstukken 2 tot en met 7). In elk hoofdstuk wordt (a) de aanpak beschreven, (b) de resultaten besproken, en (c) een conclusie met eventuele aanbevelingen gegeven. Vervolgens volgt in hoofdstuk 8 een discussie en conclusie, waarin zowel de uitkomsten van deze studie worden samengevat als wordt ingegaan op de onzekerheden en aanbevelingen die volgen uit dit project.

waterbuffer water uit de omliggende polders en beken (Vledder en Wapserveense Aa) ontvangt en doorvoert naar gemaal Stroink in periodes met een neerslagoverschot en water aanvoert naar omliggende landbouwgebieden in een periode met een neerslagtekort. In deze boezem, waarin ook grootschalig turf gewonnen is tot omstreeks 1920 - 1930, is gedurende de eerste helft van de 20^{ste} eeuw veel verlandings opgetreden in de gegraven petgaten waardoor een complex mozaïek van kanalen, meren, petgaten, trilvenen, veenmosrietlanden en veenbossen is ontstaan (o.a. van Wirdum 1995).

De huidige boezem van noordwest Overijssel betreft alle wateren en gronden waar het waterpeil wordt geregeld door gemaal Stroink (zie afbeelding 2.1 voor de begrenzing). Deze boezem heeft een oppervlakte van ruim 12.000 ha, waarvan circa 3.000 ha bestaat uit open water. De Wieden (9.020 ha) en Weerribben (3.330 ha) vormen de boezem (Provincie Overijssel 2016). Het totale gebied dat afwatert op de boezem heeft een oppervlakte van circa 45.000 ha (Arcadis 2004a).

2.2 Aanwezige habitattypen en de instandhoudingsdoelstellingen

Het laagveengebied van de Wieden en Weerribben is wat betreft omvang en ecologische kwaliteit het belangrijkste Nederlandse laagveengebied, en hotspot voor o.a. moerasmossen en -vlinders (Bijlsma *et al.* 2009). Het gebied is aangewezen als Natura 2000-terrein met een 'sense of urgency' wat betreft waterkwaliteit (Provincie Overijssel 2016).

Beide natuurgebieden bevatten verscheidene habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld (Provincie Overijssel 2016; tabel 2.1). Hieronder volgt een korte beschrijving van de habitattypen die gebaseerd zijn op Schaminée *et al.* (1995), Bal *et al.* (2001) en de verschillende profieldocumenten van de habitattypen¹. Tevens wordt er ingegaan op twee aquatische vegetatievormen die geen habitatype zijn, maar wel iets kunnen indiceren over het functioneren van het aquatische systeem, namelijk eutrofe aquatische vegetatietypen en verlandingsvegetaties. Kaarten waarop de ruimtelijke verdeling van de habitattypen in beide gebieden rond 2008 (periode 2007 tot 2010) staan, zijn te vinden in Bijlage I.

- **eutrofe aquatische vegetatietypen (geen habitatype):** In de Wieden en Weerribben bestaat de eutrofe aquatische vegetatie uit een dominantie van FLAB- en kroossoorten of uit een dominantie met smalle waterpest. Vergeleken met elders in Nederland, komen deze eutrofe en ongewenste vegetaties weinig voor in de boezem: 2 - 5 % van de petgaten (Cusell *et al.* 2013). Wateren die door FLAB en/of kroos worden gedomineerd, komen vrijwel niet voor en liggen alleen in de buurt van bemeste graslanden of op locaties met vogelkolonies. De plantgemeenschap met smalle waterpest komt wat meer voor en vooral aan de oostzijde van de Wieden en Weerribben (Cusell *et al.* 2013);
- **kranswierwateren (H3140):** Dit habitatype omvat ondergedoken begroeiingen van kranswieren in helder, voedselarm tot matig voedselrijk oppervlaktewater. Slechts een klein gedeelte van het oppervlaktewatersysteem bevat dit habitatype, en er valt geen duidelijk verspreidingspatroon waar te nemen (Cusell *et al.* 2013). Hierbij dient vermeld te worden dat kleine sloten met kranswiervegetaties vanwege hun beperkte grootte niet onderdeel zijn van het habitatype en dus niet zijn opgenomen in de habitatkaart. Daarnaast behoort ook de Oostelijke Belterwijde op dit moment niet tot dit habitatype, omdat tijdens de laatste gebiedsdekkende kartering (rond 2006), waarop de huidige habitatypekaart is gebaseerd, nog niet de juiste kranswieren (die een zeer goede kwaliteit aangeven) voorkwamen. Momenteel komen hier echter wel kenmerkende soorten als Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*), breekbaar kransblad (*Chara globularis*), Puntdragend glanswier (*Nitella mucronata*) en waarschijnlijk Brokkelig kransblad (*Chara contraria*) voor;
- **meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150):** Dit habitatype bestaat uit begroeiingen van drijvende en ondergedoken waterplanten (onder goede condities breedbladige fonteinkruiden, krabbenscheer en/of groot blaasjeskruid; onder matige condities witte waterlelie en/of gele plomp) en komt voor in heldere, matig voedselrijke meren, plassen en andere relatief diepe stilstaande wateren. In de jaren '70 van de vorige eeuw zijn goed ontwikkelde krabbenscheervelden in snel tempo verdwenen in noordwest Overijssel als gevolg van een verslechterde bodem- en waterkwaliteit (van Wirdum 1991; Roelofs 1991). Rond 2008 was echter al weer circa 30 % van de petgaten in de boezem bedekt met

¹ <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000>

krabbenscheer en sindsdien is het areaal aan goed ontwikkelde krabbenscheervegetaties vermoedelijk verder toegenomen in de Wieden en Weerribben (Cusell *et al.* 2013; mondelinge mededelingen van Geert van Wirdum en Jan Roelofs). Op basis van de vegetatiekarteringen uit 2008 lijkt het er op dat goed ontwikkelde krabbenscheervelden meer aan de westzijde van het gebied voorkomen, terwijl de matige vorm met witte waterlelie en/of gele plomp door het gehele gebied voorkomt (Cusell *et al.* 2013);

- **verlandingsvegetaties (geen habitatype):** Beginnende riet- en drijftilverlandingen, die het voorstadium vormen van trilveenverlanding, komen in noordwest Overijssel nog steeds relatief weinig voor, alhoewel hun omvang wel duidelijk aan het toenemen is (mondelinge mededelingen van C. Cusell (Casper), G. van Wirdum (Geert), J. Roelofs (Jan) en R. van Leeuwen (Rob). Het gaat vooral om verlandingsvormen met (a) riet, kleine lisdodde en moerasvaren vanaf de oever, of (b) zegges en andere verlandingssoorten die ontkiemen op drijvende plantenresten in een krabbenscheerveld (Cusell *et al.* 2013). Ze komen verspreid door het gebied voor, waarbij het opvallend is dat de dichtheid rond 2008 groter lijkt in het zuidwesten van de Wieden in het gebied nabij Belt-Schutsloot (Cusell *et al.* 2013);
- **galigaanmoerassen (H7210):** Het habitatype wordt door galigaan gedomineerd en komt in laagvenen als de Wieden en de Weerribben voor langs open moeras- en oeverbegroeiingen van plassen die basen- en zuurstofrijk zijn. In laagveenmoerassen komt galigaan ook als kraggevormer voor op dunne kraggen die in contact staan met basenrijk en matig voedselrijk oppervlaktewater. Het habitatype komt vooral in het westen van de Weerribben voor;
- **trilvenen (H7140A):** In het laagveengebied van de Wieden en Weerribben bestaan trilvenen meestal uit plantenmatten die op het water drijven. De bodem wordt gedomineerd door slaapmossen, zoals rood schorpioenmos, die sterk beïnvloed worden door betrekkelijk voedselarm en basenrijk oppervlaktewater. Uitgaande van het verlandingsproces worden de trilvenen voorafgegaan door begroeiingen van het open water, zoals drijftil- en/of krabbenscheer. Het areaal aan trilvenen is beperkt en op grond van gegevens uit 2008 is er geen duidelijk ruimtelijk patroon waar te nemen in de verspreiding van dit habitatype (Pommer 2011; Cusell *et al.* 2013);
- **veenmosrietlanden (H7140B):** Vanuit trilvenen ontwikkelen veenmosrietlanden zich op dikkere veenkraggen waar een regenwaterlens in is ontstaan, waardoor de bovenste decimeters matig zuur tot zuur is geworden. Kenmerkend is een gesloten moslaag met dominantie van veenmossoorten, een varenrijke kruidlaag en een ijle rietlaag. Veenmosrietlanden komen in de gehele boezem in grote hoeveelheden voor (Pommer 2011; Cusell *et al.* 2013);
- **vochtige heiden - Moerasheide (H4010B):** In het laagveenlandschap komt dit habitatype, dat gekenmerkt wordt door hoge bedekkingen aan gewone dopheide, voor op voedselarme, matig zure tot zure standplaatsen. Moerasheide ontwikkelt zich in het laagveengebied vanuit eerdere successiestadia (trilvenen en veenmosrietlanden) als gevolg van regenlenzen die ontstaan in dikker wordende kraggen. Op basis van de vegetatiekarteringen uit de periode 2007 - 2010 lijkt het er op dat dit habitatype veel meer in de Weerribben dan in de Wieden voorkomt (Pommer 2011; Cusell *et al.* 2013). Het is echter de vraag in hoeverre dit verschil in areaal gebaseerd is op verschillen in interpretatie van de karteerders of op werkelijke verschillen in het veld;
- **hoogveenbossen (H91D0):** Dit habitatype omvat relatief laag blijvende berkenbossen met dominantie van zachte berk in de boomlaag en een ondergroei die vooral bestaat uit veenmossen. Complexen met elzenbroekbos worden ook tot dit type gerekend. Het veenbos vormt het eindstadium in de laagveenverlanding. Het habitatype wordt aangetroffen op matig voedselarme tot licht voedselrijke, zure veengronden met permanent hoge grondwaterstanden. Het habitatype kan in de gehele boezem worden aangetroffen, waarbij de dichtheid in het centrale gedeelte van de Weerribben het grootst is;
- **blauwgraslanden (H6410):** Dit habitatype bestaat uit soortenrijke hooilanden die optimaal voorkomen op voedselarme, matig zure tot basenhoudende bodems. Buffering vindt plaats door aanvoer van basenhoudend grond- en/of oppervlaktewater, waarbij de bodems 's winters plasdras staan en 's zomers oppervlakkig uitdrogen. Blauwgraslanden maken geen onderdeel uit van de normale laagveensuccessie van open water via verlandingsvegetaties en trilvenen naar veenbos en veenheide. Daardoor komen ze in de Wieden en de Weerribben vaak voor op plekken voor die qua ligging en ontstaansgeschiedenis afwijken van de standplaatsen waarop trilvenen en veenmosrietlanden voorkomen zoals onvergraven veenbodems en ribben in het kraggenlandschap. Het areaal is beperkt en op de habitatkaart is er geen duidelijk ruimtelijk patroon waar te nemen in de verspreiding van dit habitatype;
- **Ruigten en zomen met moerasspirea (H6430A):** Soortenrijke ruigten komen meestal voor als lintvormige oeverbegroeiingen langs greppels en sloten die gekarakteriseerd worden door natte, matig tot voedselrijke condities. Ze kunnen ook op percelen voorkomen die slechts incidenteel gemaaid

worden. Goed ontwikkelde vormen bevatten naast moerasspirea en grote valerian ook soorten als moeraslathyrus en moeraswolfsmelk. Dit habitatype komt volgens de habitatkaart vrijwel alleen in de Wieden voor. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door een interpretatieverschil van de karteerders en/of door een verschil in karteermethodiek. In werkelijkheid komt deze vegetatie ook in de Weerribben voor.

Tabel 2.1 Instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen in de Wieden en Weerribben (Provincie Overijssel 2016)

Habitatype	Bestaande oppervlakte (ha)	Doel oppervlakte	Doel kwaliteit
Wieden			
H3140: Kranswierwateren	11,2	>	>
H3150: Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	178,6	>	>
H4010B: Vochtige heiden – Moerasheide	9,7	>	>
H6410: Blauwgraslanden	6,1	>	>
H6430: Ruigte en zomen met moerasspirea	301,3	=	=
H7140A: Trilvenen	26,0	>	=
H7140B: Veenmosrietlanden	445,7	=	=
H7210: Galigaanmoerassen	0,4	>	>
H91D0: Veenbossen	219,5	=	>
Weerribben			
H3140: Kranswierwateren	2,2	>	>
H3150: Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	119,9	>	>
H4010B: Vochtige heiden - Moerasheide	132	>	=
H6410: Blauwgraslanden	6,5	=	>
H6430: Ruigte en zomen met moerasspirea	0,8	=	=
H7140A: Trilvenen	26,1	>	>
H7140B: Veenmosrietlanden	275,6	=	=
H7210: Galigaanmoerassen	15,3	>	>
H91D0: Hoogveenbossen	450,9	=	>

2.3 Knelpunten

In de PAS-gebiedsanalyse en het Natura 2000-ontwerpbeheerplan van De Wieden en Weerribben (Provincie Overijssel 2015, 2016) wordt een aantal knelpunten benoemd voor het behalen van de bovenstaande instandhoudingsdoelstellingen:

- **onvoldoende waterkwaliteit:** Wat betreft waterkwaliteit ligt de focus in eerste instantie bij de P-belasting, omdat (a) het watersysteem gedurende het grootste gedeelte van het jaar door P gelimiteerd wordt (Arcadis 2004a, 2008) en (b) goed ontwikkelde trilvenen en blauwgraslanden door P gelimiteerd worden (o.a. Verhoeven & Schmitz 1991; Boeye *et al.* 1997; Wassen *et al.* 2005; Cusell *et al.* 2014a). In de gebiedsanalyse en het Natura 2000-ontwerpbeheerplan wordt aangegeven dat de P-concentratie voor voedselarmere habitattypen, zoals Kranswierwateren (H3140) en Trilvenen (H7140), nog steeds een knelpunt vormt omdat de concentraties hoger zijn dan de vastgestelde grenswaarden (zelfs op veel relatief geïsoleerde locaties). Mogelijk vormt de S-belasting nabij westelijk gelegen gemalen, waar relatief S-rijk water wordt ingelaten in de zomer, ook een knelpunt, omdat de hoge aanvoer van S hier kan leiden tot interne P-mobilisatie vanuit de bodem en sulfidentoxiciteit (Cusell *et al.* 2013);

- **onvoldoende basenaanvoer:** Verschillende habitattypen in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben zijn niet alleen afhankelijk van fosforarm water, maar dit water dient ook basenrijk (oftewel calciumrijk) te zijn. Dit geldt voor kranswierwateren (H3140), blauwgraslanden (H6410), trilvenen (H7140A) en galigaanvegetaties (H7210). Op locaties waar de basenaanvoer beperkt is, zullen deze vegetatietypen niet kunnen voorkomen. Dit komt vooral voor op geïsoleerde locaties die door neerslagwater worden gedomineerd;
- **atmosferische depositie:** Hoewel de atmosferische N-depositie in de Wieden en Weerribben relatief laag is ten opzichte van het landelijke gemiddelde, worden de kritische depositiewaarden (KDW) van verschillende habitattypen overschreden. Hiervan is in ieder geval sprake bij trilvenen (H7140A), veenmosrietlanden (H7140B), blauwgraslanden (H6140) en moerasheiden (H4010B);
- **gebrek aan jonge successiestadia:** De meeste habitattypen in de Wieden en de Weerribben maken deel uit van een successiereeks die verloopt van open water, via verlandingsvegetaties, trilvenen en veenmosrietlanden, naar uiteindelijk hoogveenbossen en moerasheiden. Het aandeel aan jonge successiestadia (verlandingsvegetaties en trilvenen) is momenteel gering, alhoewel het oppervlakte aan verlandingsvegetaties in de afgelopen 10 - 15 jaar wel duidelijk is toegenomen (Pommer 2011; Cusell *et al.* 2013). Om jonge successiestadia te behouden en ontwikkelen, is het nodig dat de successie af en toe wordt teruggezet, bijvoorbeeld door nieuwe petgaten te graven. Veel van de petgaten die de afgelopen decennia zijn gegraven in de Wieden en de Weerribben zijn echter nog niet aan het verlanden (Cusell *et al.* 2013). Hoewel de exacte oorzaak voor dit knelpunt nog onbekend is, wordt vermoed dat dit komt door de ophoping van ammonium in het bodemvocht (Cusell *et al.* 2013), de te slechte waterkwaliteit (zie vorige knelpunt) en/of op lokaal niveau de pleziervaart. Mogelijk speelt de aanwezigheid van herbiciden in het oppervlaktewater ook nog een rol (mondelinge mededeling van Geert van Wirdum);
- **toegenomen wegzijging:** Door aanleg van de Noordoostpolder, grondwateronttrekking en lage polderpeilen in aangrenzende gebieden is de wegzijging in de Wieden en de Weerribben hoger dan oorspronkelijk het geval was. Dit kan in de zomer leiden tot dieper wegzakkende grondwaterstanden bij dikke kraggen die min of meer vastgegroeid zijn en het contact met het oppervlaktewater verloren zijn. Het zijn vooral de latere successiestadia, zoals veenheiden, veenmosrietlanden en uiteindelijk ook de veenbossen, waar dit een probleem kan vormen;
- **ongewenst beheer:** Verruiging en verbossing als gevolg van onvoldoende maaibeheer vormen een belangrijke oorzaak voor de achteruitgang in het oppervlakte aan trilvenen, veenmosrietlanden, blauwgraslanden en moerasheiden in Nationaal Park Weerribben-Wieden in de afgelopen decennia (Kiwa Water Research & ECG 2007a, 2007b). Speciale aandacht behoeft het beheer in de nu nog jonge verlandingsstadia die op steeds meer plekken ontstaan (Cusell *et al.* 2013). Zonder beheer zullen deze verlandingsstadia zich onder de huidige condities vaak niet ontwikkelen tot trilvenen, maar tot moerasruigte en -struweel. Er is echter weinig tot geen ervaring met het beheer van dergelijke vrijwel niet-toegankelijke verlandingen (Provincie Overijssel 2015, 2016). In andere gevallen kan een te intensief maaibeheer juist nadelig uitpakken. Dit geldt bijvoorbeeld voor galigaanmoerassen (van der Valk *et al.* 2008) en gebieden waar overjarig riet gewenst is vanwege moerasvogels.

WERKING VAN DE BOEZEM

3.1 Hydrologisch functioneren van de boezem

3.1.1 Geohydrologie

Vóór de inpoldering van de Noordoostpolder en de aanleg van diep ontwaterde polders rondom de Wieden en de Weerribben was er begin 20^{ste} eeuw in noordwest Overijssel sprake van een breed uitwaaiende delta in de benedenloop van verschillende beeksystemen (Kiwa Water Research & ECG 2007a, 2007b). Van Wirdum (1991) heeft aangetoond dat er toen al weinig regionale zoete kwel was vanuit het Drents plateau. In de afgelopen eeuw heeft regionale kwel alleen plaatselijk een rol gespeeld, namelijk aan de oostzijde van het gebied vanuit de Havelterberg en het Drents plateau. Basenrijk water was in het begin van de 20^{ste} eeuw dus al vooral afkomstig vanuit beeksystemen die vanaf het Drents Plateau basenrijk oppervlaktewater aanvoerden (van Wirdum 1991). Op momenten dat het water vanwege hoge waterstanden in de Zuiderzee niet kon worden uitgelaten bij Vollenhoven traden er toentertijd waarschijnlijk ook inundaties op met dit basenrijke oppervlaktewater.

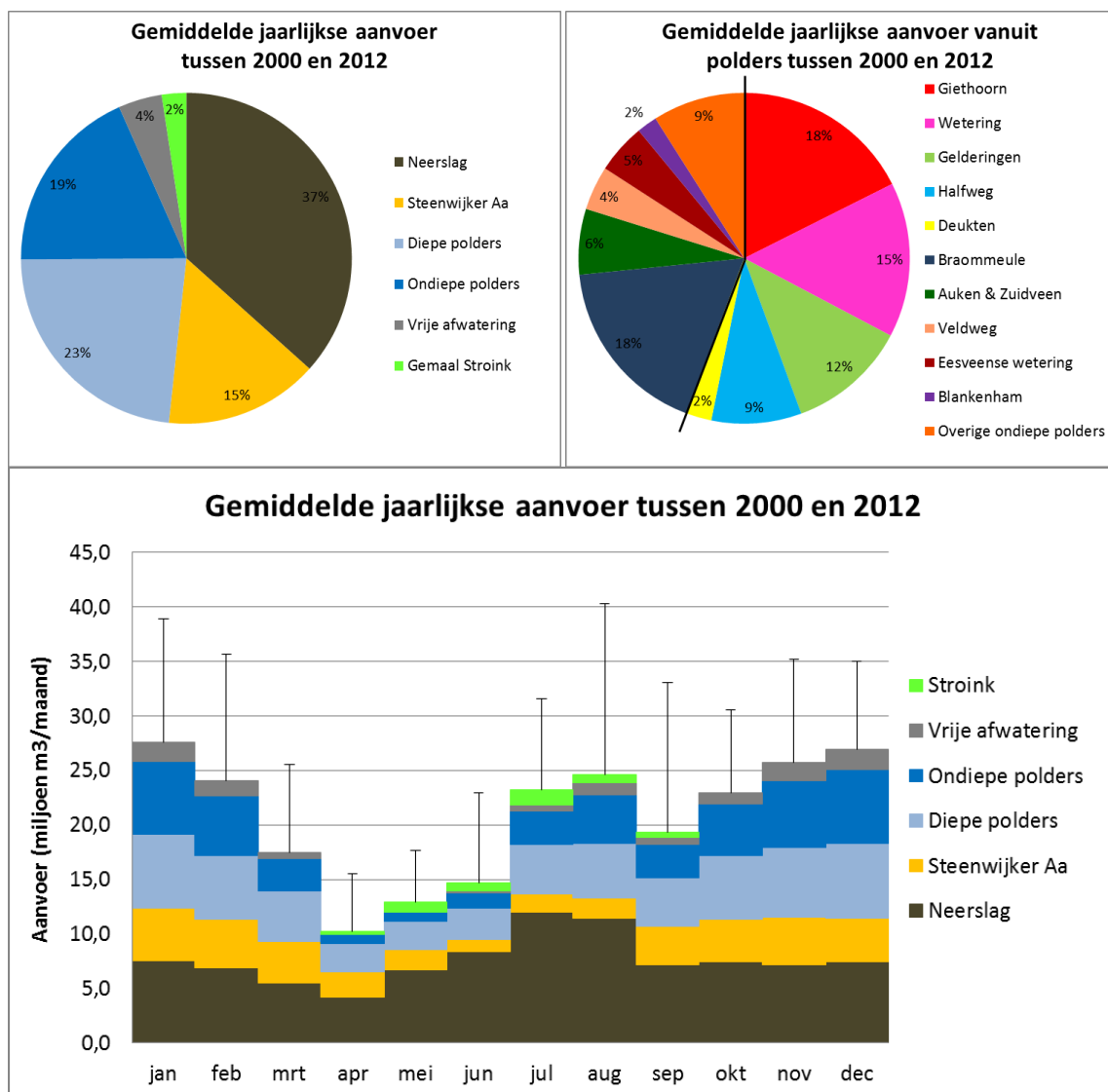
Door de aanleg van de Noordoostpolder in 1941 en de sterke peildalingen in andere polders in de nabije omgeving ligt het Natura 2000-gebied hoger dan de omgeving, waardoor de wegzijging in de Wieden en Weerribben is toegenomen (van Wirdum 1991). De wegzijging is het sterkst nabij diepe polders zoals in polder Halfweg, Wetering en Giethoorn (o.a. Hoogendoorn & Vernes 1994). Alleen in regionaal drainerende beeksystemen (noordzijde van het gebied) komt momenteel basenrijk grondwater omhoog.

3.1.2 Waterpeilen in het oppervlaktewatersysteem

Voor 1919 werd er bij laagwater van de Zuiderzee gespuid bij verschillende sluizen in het gebied nabij Kuinre, Blokzijl en Zwartsluis (van Hasselt & de Koning 1912). Met de komst van gemaal Stroink is het gebied vanaf 1919 gebruikt als boezem, en was men in staat om ook bij hoog buitenwater te kunnen lozen. Later is het gemaal vergroot en is het peil tussen 1930 en 1942 stapsgewijs verlaagd van 0,5 m -NAP naar 0,7 tot 0,8 m -NAP, waarbij het laagste peil in de winter werd bereikt (van Wirdum 1991). Tegenwoordig schommelt het oppervlaktewaterpeil nog steeds tussen de 0,73 m -NAP in de zomer en de 0,83 m -NAP in de winter (Waterschap Reest en Wieden 2004). Daarmee is de fluctuatie van het peil steeds kleiner geworden. Om in de zomer een voldoende hoog peil te handhaven wordt en werd het waterverlies door wegzijging en verdamping aangevuld met inlaat van oppervlaktewater. Deze inlaat is in de afgelopen eeuw een aantal keer verschoven vanwege de waterkwaliteit van het aangevoerde water. Tot 1972-1974 werd in het zuiden van de Wieden via de Beukerssluis water uit het Meppelerdiep ingelaten (van Wirdum 1991). Tussen 1972-1974 en 1997 werd tijdens droge periodes in het noorden van de Weerribben water uit de Friese boezem ingelaten. Sindsdien wordt er tijdens droge periodes in de zomer aan de westzijde van de Wieden water uit het Vollenhovermeer ingelaten (Groeneweg & van Wirdum 2004; Arcadis 2004a).

3.1.3 Waterposten van het oppervlaktewatersysteem

Afbeelding 3.1 Belang van verschillende aanvoerposten op de waterbalans van de boezem (Cusell *et al.* 2013). Het cirkeldiagram linksboven geeft inzicht in het belang van alle aanvoerposten tussen 2000 en 2012, terwijl de aanvoerposten vanuit verschillende diepe en ondiepe polders zijn opgesplitst in het cirkeldiagram rechtsboven. Dit cirkeldiagram is opgesplitst in 2 hoofd delen, namelijk de verschillende ondiepe polders aan de linker kant en de diepe polders aan de rechter kant. Het onderste staafdiagram geeft inzicht in de seizoenale fluctuaties van de aanvoerposten



Om te bepalen welke bronnen verantwoordelijk zijn voor de belangrijkste aanvoer van water en nutriënten in de boezem zijn er in de afgelopen decennia verschillende globale waterbalansen voor de gehele boezem opgesteld (Jol & Laseur 1982; Balirwa 1993; van Berkum 2000; Arcadis 2004a; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013). Hoewel er in de studies gebruik is gemaakt van verschillende uitgangspunten komen de uitkomsten van de globale waterbalansen qua orde grootte goed met elkaar overeen (afbeelding 3.1):

- de afvoer van overtollig water vanuit bemalen diepe en ondiepe polders die om de Wieden en de Weerribben heen liggen, zorgt voor 42 % van de totale wateraanvoer. Hierbij is het opvallend dat een paar poldergemalen zeer veel invloed hebben op de waterbalans, terwijl veel andere gemalen van ondergeschikt belang zijn. De belangrijkste gemalen zijn de diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg, en de ondiepe polders bij gemaal Braammeule;

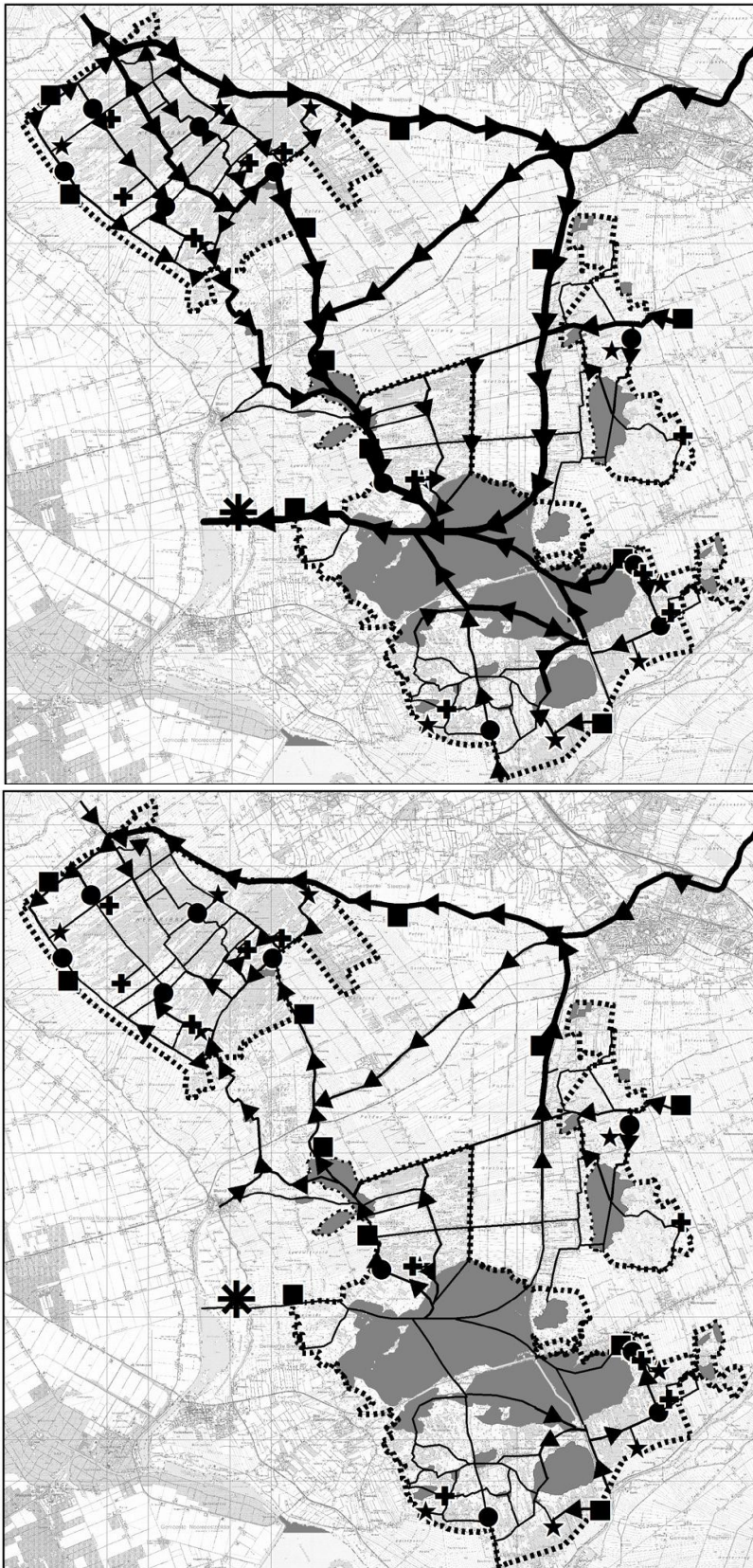
- ook neerslag (direct op de boezem) is een belangrijke bron van water. Circa 37 % van de totale jaarlijkse wateraanvoer van de boezem bestaat uit neerslagwater. Het aandeel neerslagwater loopt in de zomer op tot circa 50 %;
- de bovenstrooms gelegen Steenwijker Aa zorgt via vrij afwatering voor 15 % van de totale aanvoer en vrije afwatering vanuit onbemaalde landbouwgebieden zorgt voor 4 % van de totale wateraanvoer;
- inlaat bij gemaal Stroink heeft met een aandeel van slechts 2 - 3 % een beperkte invloed op de totale waterbalans van de boezem. Hoewel deze aanvoer op de totale jaarbalans van weinig betekenis is, kan het aandeel van gemaal Stroink tijdens een droog voorjaar of zomer toch tijdelijk oplopen tot ca. 10 % van de maandaanvoer, en in extreme gevallen zelfs tot 50 - 60 %. Zo is in de droge zomer van 2003 in een periode van drie maanden (augustus - oktober) een hoeveelheid water ingelaten bij gemaal Stroink die gelijk stond aan een derde deel van de totale hoeveelheid water die in de boezem aanwezig was (Arcadis 2004b);
- de totale wateraanvoer blijkt in het voorjaar een stuk lager te liggen dan gedurende andere seizoenen. Dit wordt vooral veroorzaakt door de relatieve kleine aanvoer vanuit polders en de Steenwijker Aa gedurende het voorjaar als gevolg van de toenemende verdamping. Het is daarbij opvallend dat de wateraanvoer vanuit ondiepe polders tijdens het voorjaar meer afneemt dan vanuit diepe polders, doordat de diepe polders ook in droge periodes gevoed blijven worden door kwelwater (Cusell *et al.* 2013). Verassend genoeg is de wateraanvoer in de zomer (wanneer de verdamping maximaal is) gemiddeld genomen net zo hoog als in het najaar en de winter (Cusell *et al.* 2013). Er is echter duidelijk een onderscheid tussen natte zomers met zeer veel neerslag (zoals 2010 en 2012) en droge zomers (zoals 2003 en 2006). In natte zomers is de totale wateraanvoer hoog en overheerst het aandeel regen- en polderwater, terwijl de debieten in droge zomers nog lager zijn dan in het voorjaar;
- de grootste uitgaande post vanuit de boezem is de wateruitlaat bij gemaal Stroink (50 %), maar ook verdamping en wegzijging leveren een aanzienlijke bijdrage van respectievelijk 30 en 20 %.

3.1.4 Waterstroming in het oppervlaktewatersysteem

De veranderingen in aan- en afvoerposten door het jaar heen leiden er ook toe dat de stromingssnelheden en -richtingen door het jaar heen veranderen, waarbij de stromingsrichting op verscheidene locaties in het gebied meerdere keren per jaar omdraait als gevolg van veranderende neerslag- en verdampingspatronen in de boezem (van Wirdum 1979, 1991; Cusell 2014). De basis afvoerrichting in de grote kanalen is in periodes met een neerslagoverschot (vooral in het najaar en de winter) naar het zuidwesten gericht. Het relatief snel stromende water stroomt dan van relatief geïsoleerde locaties in de boezem (het haarvatensysteem) naar het hoofdwatersysteem, waar het uiteindelijk bij gemaal Stroink via het Vollenhovermeer wordt geloosd op het IJsselmeer (afbeelding 3.2). In periodes met een verdampingsoverschot (in het voorjaar en de zomer) is de stroomrichting echter vaak omgekeerd: het water stroomt dan relatief langzaam van het hoofdwatersysteem naar de meer geïsoleerde locaties (afbeelding 3.2). Om het transport van nutriënten en basen in de boezem te kunnen begrijpen, zijn deze veranderlijke stromingspatronen van groot belang. De nutriënten en basen worden namelijk zeer waarschijnlijk vooral door de stroming van het water door de boezem getransporteerd en in veel mindere mate door diffusie en en/of menging van het oppervlaktewater.

Om meer inzicht te krijgen in de stromingspatronen zijn er voor de boezem verschillende SOBEK-modelleringen uitgevoerd (Arcadis 2004b; Torenbeek 2008; de Lange 2011; Cusell *et al.* 2013). Hierbij is echter uitgegaan van modellen die gekalibreerd waren op basis van waterstanden in een afvoersituatie (oftewel een winterperiode). Er is geen kalibratie of validatie uitgevoerd voor een aanvoersituatie (zomerperiode), voor chlorideconcentraties of debieten. Vanwege deze beperkingen, wordt er in de voorliggende studie erg voorzichtig omgegaan met de resultaten van deze modelleringen (zowel de stromingspatronen als de fractieverdelingen).

Afbeelding 3.2 Patronen van de stromingsrichting van het oppervlaktewater in Nationaal Park Weerribben-Wieden tijdens een periode met neerslagoverschot (boven; vooral in het voorjaar en de zomer) en verdampingoverschot (onder; vooral in de herfst en winter). De grootte en richting van de stroming zijn met peilen aangegeven (Cusell *et al.* 2013; Cusell 2014). De figuur is gebaseerd op veelvuldige metingen in het watersysteem, die zijn uitgevoerd door van Wirdum (1979, 1991) en Cusell *et al.* (2014)



3.2 P-huishouding in de boezem

Om inzicht te krijgen in de P-bronnen zijn er de afgelopen decennia verschillende globale stofbalansen opgesteld op basis van de globale waterbalansen (van Berkum 2000; Arcadis 2004a, 2008; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013), waarbij enkele globale aannames gedaan zijn omdat van veel poldergemalen geen exacte gegevens over de totaal P-concentraties beschikbaar waren (zie onderstaande kader). In hoofdlijnen laten al deze studies zien dat de P-aanvoer naar de boezem van noordwest Overijssel vooral wordt veroorzaakt door de bemalen diepe en ondiepe polders, die in het totaal verantwoordelijk zijn voor bijna 70 % van de P-aanvoer, en de bovenstrooms gelegen Steenwijker Aa, die voor 20 % van de P-aanvoer zorgt (afbeelding 3.3). Net als bij de waterbalans, zijn slechts een paar poldergemalen van belang voor de P-balans, namelijk de diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg, en de ondiepe polder bij gemaal Broammeule. De overige ca. 10 % van de P-aanvoer is afkomstig van vrije afwatering. De waterinlaat bij gemaal Stroink blijkt slechts voor 1 - 2 % van de totale P-aanvoer van de boezem te zorgen. Dit wordt mede veroorzaakt door de relatief lage P-concentraties in het Vollenhovermeer tijdens het voorjaar en de zomer (de Vries 2011). Deze inlaat van gebiedsvreemd water is overigens belangrijk, omdat het risico op verdroging in semi-terrestrische habitattypen anders te groot wordt. Dit kan leiden tot een ongewenste, verhoogde beschikbaarheid van N en P als gevolg van versnelde mineralisatieprocessen onder aerobe condities (o.a. Mettrop *et al.* 2014). Schutverliezen, (riool)overstorten, de RWZI nabij Steenwijk, watervogels en de aalscholverkolonie, bemesting van in de boezem gelegen weidevogelgebieden en recreatie zijn zeer kleine posten die alleen op lokaal niveau tijdelijk een rol kunnen spelen (Arcadis 2004a; Torenbeek 2008).

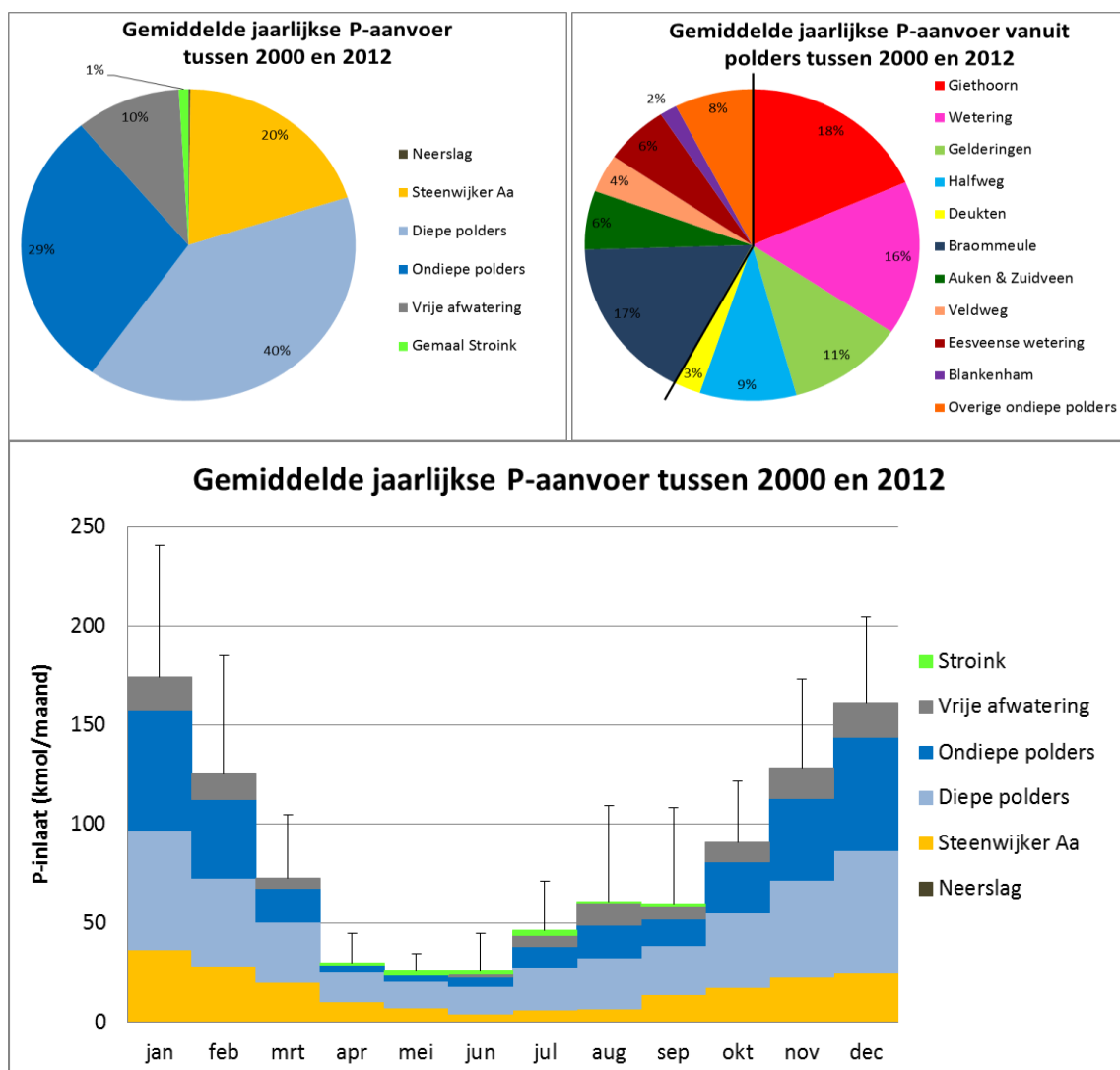
Uit de P-balans van Cusell *et al.* (2013) blijkt dat circa 35 % van de totale P-aanvoer in de boezem accumuleert. Dit wordt waarschijnlijk voornamelijk opgeslagen in de onderwaterbodems en vermoedelijk vooral relatief dichtbij de poldergemalen. Hoe schadelijk deze P-accumulatie is voor het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben is onduidelijk, omdat accumulatie van nutriënten een natuurlijk proces is in laagveengebieden (o.a. Howard-Williams 1985; Richardson & Marshall 1986; Verhoeven 1986). Helaas is voor Nederlandse laagveengebieden niet bekend wat natuurlijke accumulatiesnelheden van P zijn.

De P-aanvoer is nog veel sterker seizoensgebonden dan de wateraanvoer, waardoor de P-belasting in de winter 2 tot 3 keer zo hoog is als in de zomer (afbeelding 3.3). Dit komt doordat in het najaar en de winter zowel de wateraanvoer vanuit de polders het grootst is (zie paragraaf 3.1.3) als dat de totaal P-concentraties in het polderwater en de Steenwijker Aa dan het hoogst zijn. De hogere P-concentraties in deze natte periodes worden vermoedelijk veroorzaakt door verhoogde uit- en afspoeling van landbouwgronden (o.a. Schoumans *et al.* 2008).

Aannames in de globale P- en Ca-balansen

In alle globale P- en Ca-balansen die tot nu toe zijn gemaakt voor de boezem van noordwest Overijssel kon helaas niet voor alle bronnen gebruik worden gemaakt van gemeten waardes (Jol & Laseur 1982; Balirwa 1993; van Berkum 2000; Arcadis 2004a, 2008; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013). Voor posten waar de totaal P- en Ca-concentratie van het water onbekend waren, is gebruik gemaakt van gegevens van een soortgelijke aanvoerpost waar de totaal P- en Ca-concentraties wel bekend waren. Dit is onder andere gedaan voor een aantal belangrijke bronnen, te weten de gemalen Gelderingen, Giethoorn, Halfweg en De Auken. Sinds 2012 zijn er wel meetgegevens van deze locaties beschikbaar. Uit een eerste vergelijking blijkt dat de gebruikte waardes voor deze gemalen in Cusell *et al.* (2013) circa 10 % te laag zijn ingeschat: de gemeten waardes tussen 2011 en 2015 zijn dus hoger. Ondanks de vele P-balansen die eerder zijn opgesteld, heeft het daarom inhoudelijke meerwaarde om de P-balans van de boezem nogmaals te analyseren op basis van die nieuw verzamelde meetgegevens.

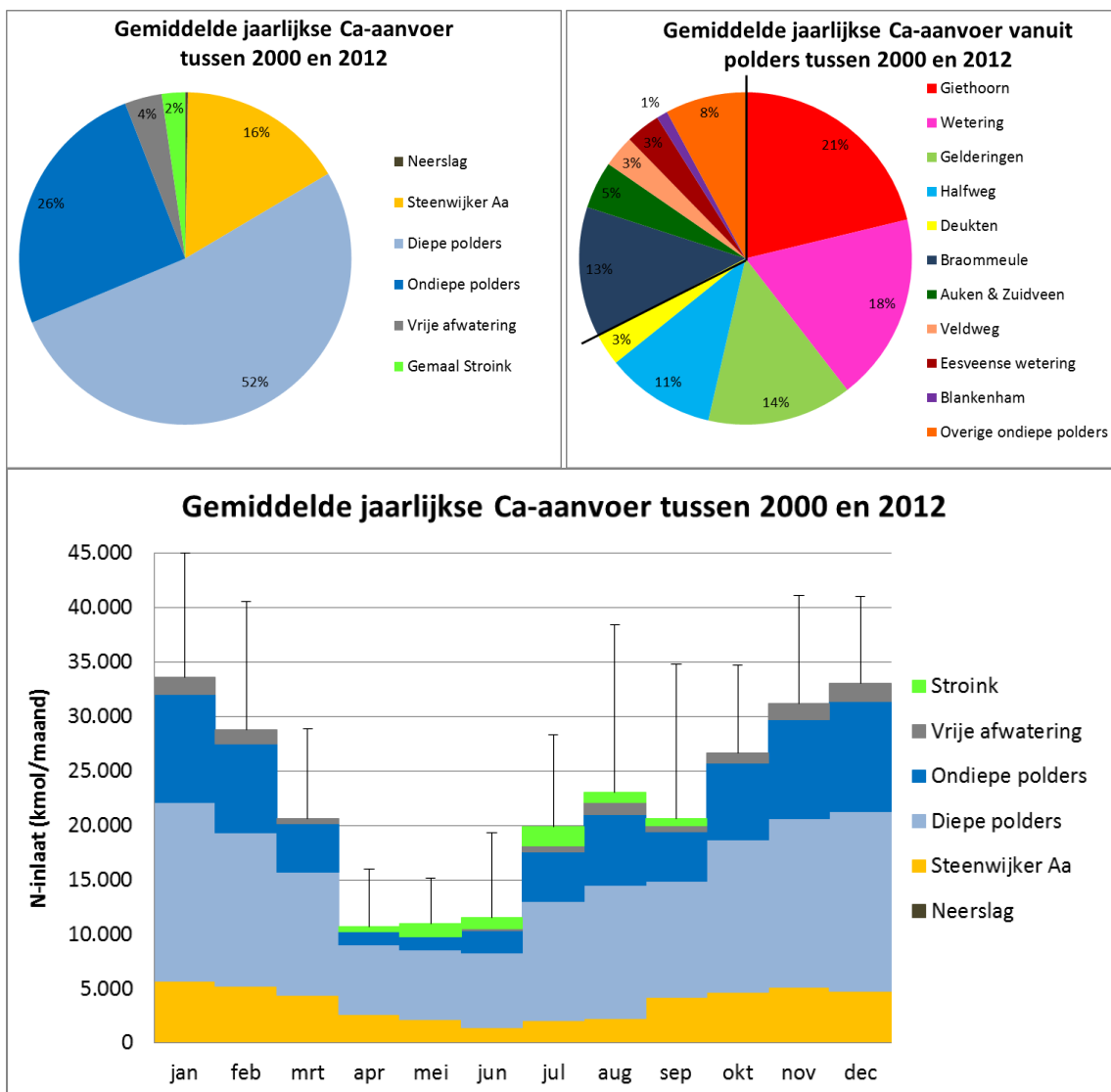
Abbeelding 3.3 Belang van verschillende aanvoerposten op de P-balans van de boezem (Cusell *et al.* 2013). Het cirkeldiagram linksboven geeft inzicht in het belang van alle aanvoerposten tussen 2000 en 2012, terwijl de aanvoerposten vanuit verschillende diepe en ondiepe polders zijn opgesplitst in het cirkeldiagram rechtsboven. Dit cirkeldiagram is opgesplitst in 2 hoofddelen, namelijk de ondiepe polders aan de linker kant en de diepe polders aan de rechter kant. Het onderste staafdiagram geeft inzicht in de seizoensale fluctuaties van de aanvoerposten op de P-balans



3.3 Basenhuishouding in de boezem

De polders zorgen niet alleen voor het grootste gedeelte van de nutriëntenaanvoer, maar ze zijn ook verantwoordelijk voor circa 82 % van de aanvoer van calcium (Cusell *et al.* 2013; Cusell 2014; afbeelding 3.4). Dit is van groot belang, omdat een aantal habitattypen in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben, zoals de gewenste trilvenen, voorkomt bij een combinatie van voldoende basenbuffering (hoge Ca-concentraties) en lage P-concentraties (Sjörns 1950; Kooijman 1993; Wheeler & Proctor 2000). Ondanks de P-belasting die een aantal diepe polders veroorzaken, is de basenrijke wateraanvoer vanuit polders Gelderingen, Wetering, Halfweg en Giethoorn dan ook van groot belang onder de huidige omstandigheden. Deze diepe polders zorgen namelijk gezamenlijk voor 50-60 % van de totale Ca-aanvoer van de boezem (Cusell *et al.* 2013; Cusell 2014). Dit heeft waarschijnlijk te maken met de grote kweldruk in deze diepe polders. Deze grote kweldruk zorgt er tevens voor dat ook in de zomer veel Ca uit de diepe polders wordt ingelaten in de boezem. In de zomer blijft er dus relatief veel Ca uit de polders komen, terwijl er dan relatief weinig P uit de polders komt (zelfs tijdens natte zomers) als gevolg van de beperktere uit- en afspoeling van landbouwpercelen in de zomer (Cusell *et al.* 2013).

Afbeelding 3.4 Belang van verschillende aanvoerposten op de Ca-balans van de boezem (Cusell *et al.* 2013). Het cirkeldiagram linksboven geeft inzicht in het belang van alle aanvoerposten tussen 2000 en 2012, terwijl de aanvoerposten vanuit verschillende diepe en ondiepe polders zijn opgesplitst in het cirkeldiagram rechtsboven. Dit cirkeldiagram is opgesplitst in 2 hoofddelen, namelijk de ondiepe polders aan de linker kant en de diepe polders aan de rechter kant. Het onderste staafdiagram geeft inzicht in de seizoenale fluctuaties van de aanvoerposten op de Ca-balans



NADERE ANALYSE VAN P-HUISHOUDING IN DE BOEZEM

In aanvulling op hoofdstuk 3 geeft dit hoofdstuk aanvullende inzichten over de P-huishouding in noordwest Overijssel. Er is een analyse gemaakt van:

- gemiddelde zomer- en winterconcentraties van totaal P in het oppervlaktewatersysteem;
- trendanalyse voor de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater over de periode 2005 - 2016;
- clusteranalyse op basis van totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem;
- prognose voor totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem.

4.1 Aanpak

In onderstaande paragrafen wordt kort beschreven hoe de analyses zijn uitgevoerd, en vooral ook met welk doel. Een uitgebreidere beschrijving van de gehanteerde methoden in de trend- en clusteranalyses is opgenomen in Bijlage II.

Gemiddelde zomer- en winterconcentraties van totaal P in het oppervlaktewatersysteem

Op basis van de meetgegevens van het waterschap Drents Overijsselse Delta is de gemiddelde totaal P-concentratie in het oppervlaktewatersysteem in beeld gebracht. Hiervoor is gebruik gemaakt van alle 64 meetlocaties waar het waterschap tussen 2005 en 2016 in minimaal één jaar de totaal P-concentratie heeft gemeten. Alle meetwaardes die onder de detectielimiet van 0,04 mg P/l lagen, zijn gelijk gesteld aan de helft van de detectielimiet (0,02 mg P/l).

Met behulp van ArcGIS zijn de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater ruimtelijk weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de gemiddelde concentraties in de winter en de zomer. Dit onderscheid is relevant omdat veel biologische processen in de zomer (april tot en met september) actiever optreden dan in de winter. Naast de ruimtelijke weergave op kaart worden er in een tabel ook gemiddelde totaal P-concentraties per watertype getoond, waarbij onderscheid is gemaakt tussen poldergemalen, hoofdkanalen, meren, kleine meren, sloten en petgaten.

Naast de meetgegevens van het waterschap is er nog een andere dataset beschikbaar, namelijk uit het OBN-onderzoek naar Natura 2000 Kennislacunes in De Wieden & De Weerribben (Cusell *et al.* 2013). Deze dataset bevat tweemaalig gemeten gegevens uit 2010 op 63 locaties in de boezem van noordwest Overijssel, waarbij vrijwel alle locaties op een relatief geïsoleerde plek liggen. De dataset van Cusell *et al.* (2013) is net als de data van het waterschap gebruikt om inzicht te krijgen in de zomer- en wintergemiddelden en in verschillen tussen de watertypen. Deze gegevens kunnen vanwege verschillende meetmethodieken niet worden vergeleken met de gegevens van het waterschap Drents Overijsselse Delta (zie onderstaande kader).

Vergelijking van totaal P-metingen door Cusell *et al.* (2013) en het waterschap Drents Overijsselse Delta

De metingen van de totaal P-concentraties uit het OBN-onderzoek (Cusell *et al.* 2013) zijn niet vergelijkbaar met de metingen van het waterschap, omdat de monsters voor de metingen eerst zijn gefiltreerd over een GF/C glasvezel filter ($\varnothing = 1,2 \mu\text{m}$; Whatmann). De ongefiltreerde monsters bevatten al het P dat in de waterkolom aanwezig is, terwijl de gefilterde monsters geen P bevatten dat in groot zwevend stof en algen zit. Beide methodieken worden veel toegepast in het veld (ongefiltreerd door waterschappen en gefiltreerd door universiteiten) en de ene methode is niet beter dan de andere: het enige wat vastgesteld kan worden, is

dat ze verschillen en andere P-fracties meten en dat ze dus niet met elkaar vergeleken mogen en moeten worden. De gegevens van het waterschap en het OBN-onderzoek (Cusell *et al.* 2013) kunnen dus niet met elkaar worden vergeleken en worden los van elkaar getoond en behandeld in het vervolg van het rapport. Een vergelijking van beide totaal P-metingen met ortho-P (PO₄) is overigens ook niet mogelijk, omdat bij ortho-P (dat eveneens in gefilterde monsters wordt gemeten) alleen de P-fractie wordt gemeten die direct beschikbaar is voor planten en micro-organismen. Ten opzichte van de gefilterde totaal P-metingen worden opgelost organisch P (DOP) en P in klein zwevend stof (klein colloïdaal P) niet meegemeten in ortho-P.

Trendanalyse voor de totaal P-concentraties over de periode 2005 - 2016

Om de ontwikkeling van de totaal P-concentratie in het oppervlaktewatersysteem van de boezem in het laatste decennium te kunnen inschatten, zijn de meetgegevens van het waterschap Drents Overijsselse Delta gebruikt in een trendanalyse. Hierbij is per meetpunt geanalyseerd of de totaal P-concentratie in de afgelopen 10 jaar is afgenomen, toegenomen of juist stabiel is gebleven. Deze trends zijn apart bekeken voor de zomer (groeiseizoen: mei - september) en voor de winter (niet-groeiseizoen: november - maart). In de statistische analyse is allereerst gekeken of er op een meetpunt voldoende metingen zijn verricht. Alleen locaties waar tussen 2005 en 2016 minimaal drie jaren regelmatig bemonsterd is (minimaal drie keer per seizoen), zijn meegenomen in de analyse. Je hebt minimaal drie jaren nodig, want tussen twee punten(wolken) kan je altijd een lijn trekken, maar op basis van twee punten(wolken) is het onmogelijk om te bepalen hoe betrouwbaar die lijn is. Aan bovenstaande randvoorwaarden bleek 38 van de 64 meetpunten te voldoen. Vervolgens is voor ieder van deze 38 meetpunten geanalyseerd of er sprake is van een significante trend, en zo ja, of er sprake is van een afname, toename of stabiele totaal P-concentratie.

Clusteranalyse op basis van totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem

Het doel van de clusteranalyse is om in beeld te brengen welke meetpunten op elkaar lijken wat betreft het verloop van de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater in de afgelopen 10 jaar. Hiervoor is als eerste stap een statistische analyse uitgevoerd waarin alle metingen van een bepaald meetpunt één voor één zijn vergeleken met alle metingen van een ander meetpunt. Hiermee is de mate van overeenkomst tussen die beide punten berekend. Op deze manier is ieder meetpunt met alle andere meetpunten vergeleken. Dit is gedaan voor 38 meetpunten (dit zijn dezelfde meetpunten als waar de trendanalyse voor is uitgevoerd en waar dus tenminste drie jaar is gemeten).

Vervolgens zijn de meetpunten geclusterd. Hierbij worden meetpunten met veel overeenkomst in hetzelfde cluster geplaatst. Hoeveel clusters er ontstaan, is afhankelijk van de sterkte van de 'clusterkoppeling'. Bij een sterke koppeling ontstaan relatief veel clusters (de meetpunten moeten dan sterk op elkaar lijken om in hetzelfde cluster te vallen), terwijl bij een zwakke koppeling maar enkele clusters ontstaan (de meetpunten hoeven dan niet sterk op elkaar te lijken om in hetzelfde cluster te vallen). Er is uiteindelijk voor een clusterkoppeling gekozen waarbij vier logische clusters ontstaan: deze clusters hebben duidelijke karakteristieken en kunnen goed geduid worden (dit doen we in paragraaf 4.4).

Prognose voor totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem

Op basis van literatuur en gebiedskennis bij de verschillende betrokken partijen (waterschap Drents Overijsselse Delta, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en de gemeente Meppel) is geïnventariseerd welke ontwikkelingen binnen en nabij de boezem van belang kunnen zijn voor de P-belastingen in de Wieden en de Weerribben. Er is globaal ingeschat wat het effect op de P-belasting zal zijn van deze ontwikkelingen.

4.2 Gemiddelde zomer- en winterconcentraties van totaal P in het oppervlaktewatersysteem

Metingen van het waterschap Drents Overijsselse Delta

De totaal P-concentratie vertoont sterke ruimtelijke en seizoensmatige verschillen. In tabel 4.1 staan de gemiddelde concentraties uitgesplitst per watertype en per seizoen. Hieruit blijkt dat:

- bij poldergemalen (hiermee worden in de gehele rapportage de locaties bedoeld waar gemalen het overtollige water uit polders uitmalen naar de boezem van noordwest Overijssel) en in de hoofdkanalen is de gemiddelde totaal P-concentraties het hoogst, zowel in de zomer als de winter;
- in (kleine) meren, petgaten en sloten is de totaal P-concentratie lager dan bij poldergemalen en kanalen;
- in de winter is de gemiddelde totaal P-concentratie aanzienlijk hoger dan in de zomer. Dit verschil is bij de poldergemalen en in de hoofdkanalen groter dan in de (kleine) meren, petgaten en sloten.

Op de kaart in afbeelding 4.1 staan per meetpunt de zomer- en wintergemiddelde totaal P-concentraties weergegeven. Uit deze kaart blijkt dat op veel meetpunten de concentraties aan totaal P in de winter hoger zijn dan in de zomer. We zien echter ook enkele meetpunten waar de concentratie niet verschilt tussen de zomer en de winter: dit betreft enkele petgaten en kleine meren in het zuidwesten van de Wieden (vooral ten westen van de Arembergergracht) en in het zuidoosten van de Wieden. Dit zijn tezamen met wat petgaten in de Weerribben ook de gebieden waar de laagste totaal P-concentraties zijn gemeten.

Tabel 4.1 Zomer- en wintergemiddelde totaal P-concentratie per watertype over de periode 2005-2016. Tussen haakjes staat de standaarddeviatie: dit laat zien of er binnen een watertype grote verschillen zijn. Bron van de data: waterschap Drents Overijsselse Delta

Watertype	Zomerconcentratie (mg P/l)	Winterconcentratie (mg P/l)
poldergemaal (n = 13)	0,14 (0,05)	0,21 (0,05)
hoofdkanaal (n = 13)	0,11 (0,04)	0,19 (0,09)
meer (n = 8)	0,06 (0,02)	0,09 (0,02)
klein meer (n = 9)	0,04 (0,01)	0,06 (0,02)
petgat (n = 16)	0,05 (0,03)	0,06 (0,04)
sloot (n = 5)	0,06 (0,05)	0,08 (0,08)

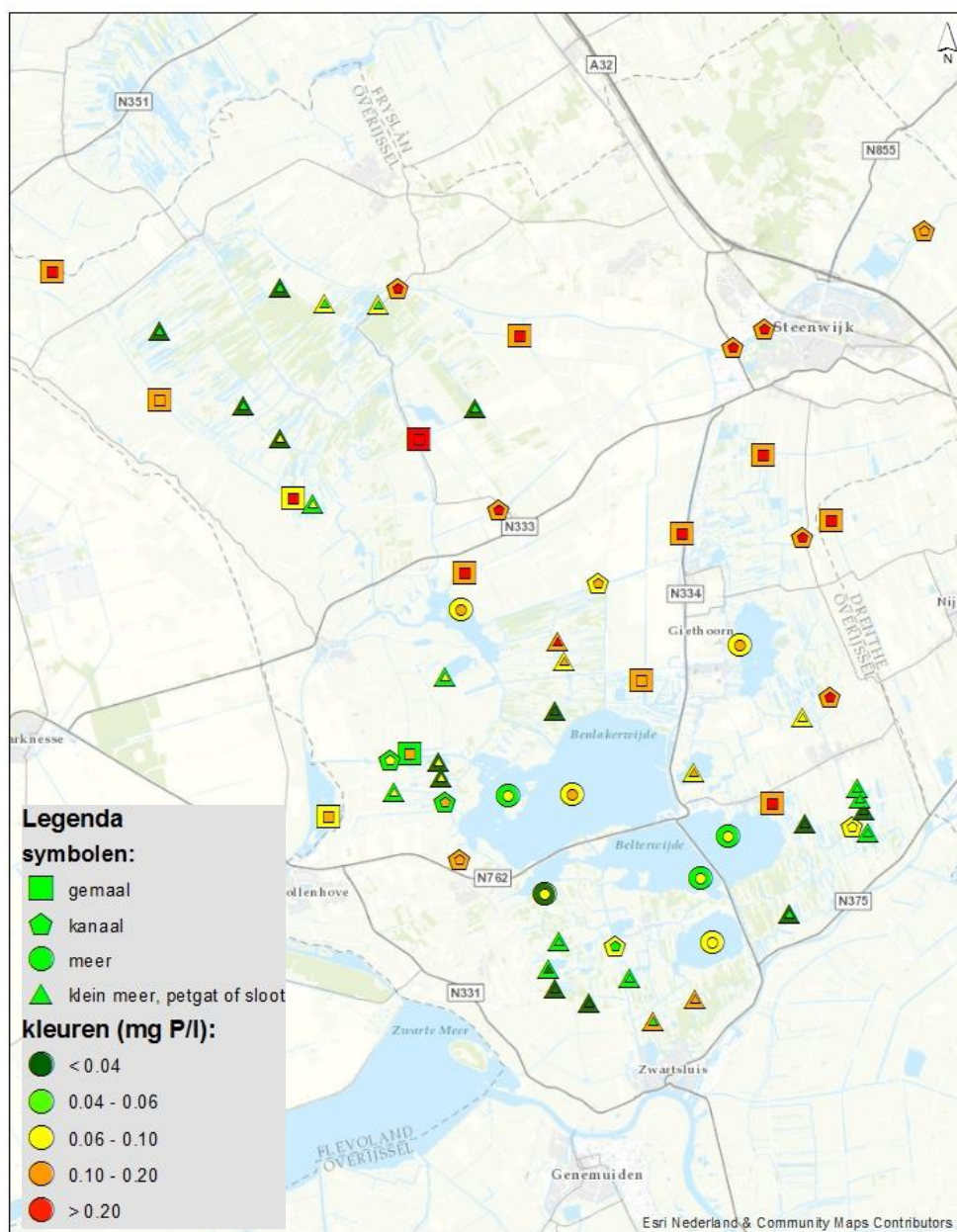
Metingen van Cusell *et al.* (2013)

In de kleine meren, petgaten en sloten verschilt de gefiltreerd totaal P-concentratie nauwelijks tussen de zomer en de winter (tabel 4.2). Op de kaart in afbeelding 4.2 zien we dat veel meetpunten in de zomer een gelijke (of zelfs hogere) totaal P-concentratie hebben dan in de winter. Deze meetpunten liggen vooral op relatief geïsoleerde plekken in de boezem, zoals de petgaten in het noordoosten van de Weerribben tussen de Hoogeweg en het kanaal Steenwijk-Ossenzijl, de petgaten ten noordwesten van de Beulakerwijde (nabij de Bollematen) en diverse petgaten in het uiterste zuidoosten en zuidwesten van de Wieden.

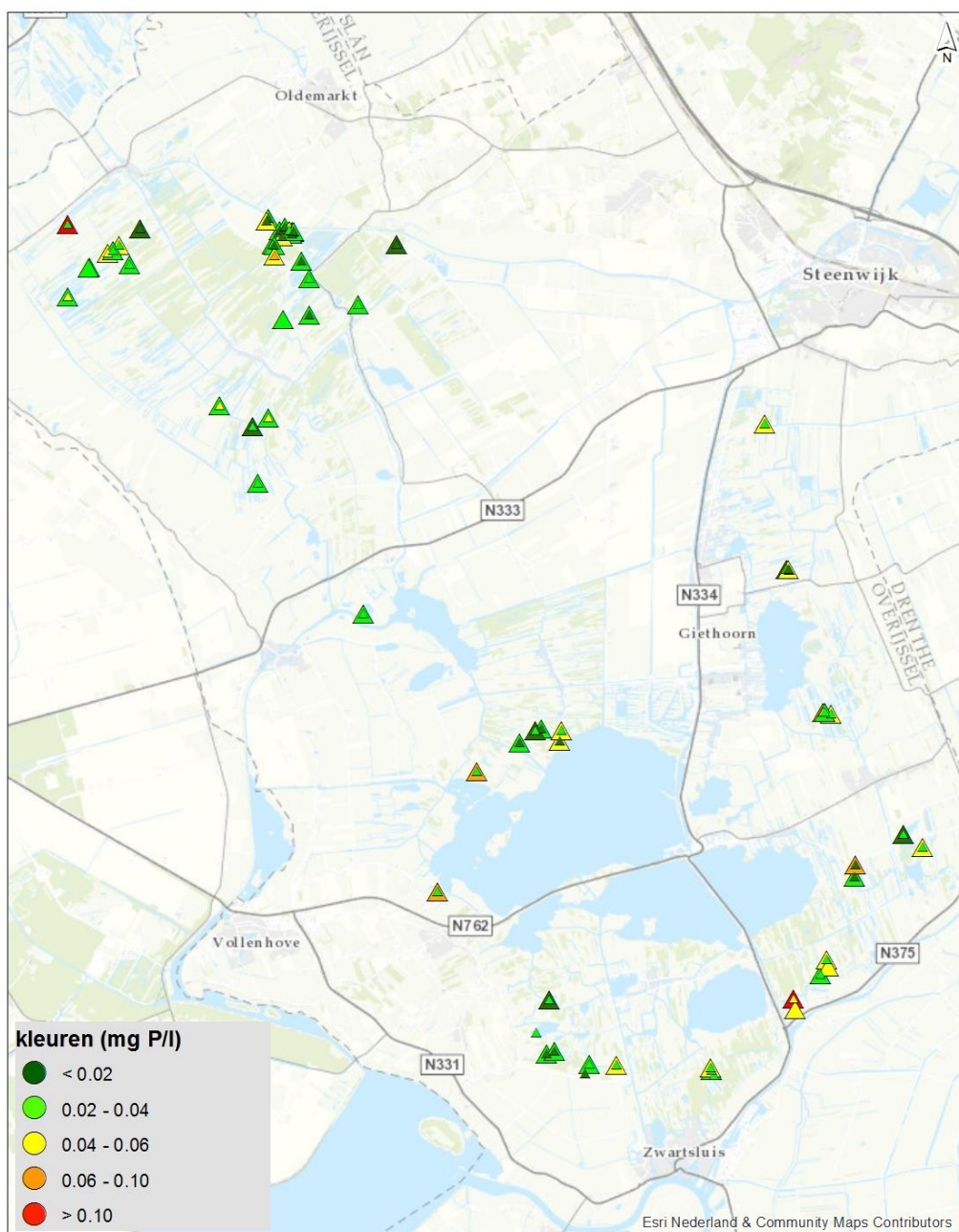
Tabel 4.2 Zomer- en wintergemiddelde totaal P-concentratie per watertype in de periode 2008 - 2010. Tussen haakjes staat de standaarddeviatie: dit laat zien of er binnen een watertype grote verschillen zijn. Bron van de data: Cusell *et al.* 2013

Watertype	Zomerconcentratie (mg P/l)	Winterconcentratie (mg P/l)
klein meer (n = 2 - 3)	0,01 (0,01)	0,02 (0,00)
petgat (n = 54 - 55)	0,04 (0,02)	0,03 (0,01)
sloot (n = 5 - 6)	0,03 (0,02)	0,04 (0,03)

Afbeelding 4.1 Zomergemiddelde (buitenste cirkel) en wintergemiddelde (binnenste cirkel) totaal P-concentratie op 64 meetpunten in de boezem van noordwest Overijssel. De getoonde data is verzameld door het Waterschap Drents Overijsselse Delta in de periode 2005 - 2016



Afbeelding 4.2 Totaal P-concentratie in de boezem van noordwest Overijssel in de zomer (buitenste cirkel) en winter (binnenste cirkel). De getoonde data is verzameld door Cusell *et al.* (2013) in 2010



Mogelijke verklaringen voor de waargenomen patronen van de totaal P-concentratie in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en de Weerribben

De boezem van noordwest Overijssel ontvangt zowel in de zomer als winter het wateroverschot uit de (diepe) polders (hoofdstuk 3; afbeelding 3.1). Hierdoor wordt voortdurend P aangevoerd vanuit de polders naar de boezem, waarbij de totaal P-concentratie in het inlaatwater in de winter gemiddeld genomen 0,21 mg P/l is en in de zomer 0,14 mg P/l. In het hoofdwatersysteem van de boezem zien we deze hoge concentraties nog duidelijk terug (vooral in de kanalen en in mindere mate ook in de grote meren), maar in de meer geïsoleerde delen van de boezem (het haarvatensysteem dat bestaat uit kleine meren, petgaten en sloten) liggen de totaal P-concentraties beduidend lager en zijn er geen verschillen meer te zien tussen de zomer en winter. Gaande van de poldergemalen naar het haarvatensysteem is er dus zowel in de zomer als de winter sprake van afnemende totaal P-concentraties, maar de oorzaak van deze patronen blijkt wel te verschillen tussen de zomer en winter (Cusell *et al.* 2013, 2014b).

In de winter zorgt het neerslagoverschot er voor dat de stroomrichting van het oppervlaktewater naar buiten toe gericht is, oftewel van het haarvatensysteem naar het hoofdwatersysteem. Het P-rijke inlaatwater vanuit de polders blijft hierdoor in het hoofdwatersysteem en komt niet in de haarvaten terecht, maar wordt bij Stroink weer uitgemalen (Cusell *et al.* 2013, 2014b). Met andere woorden: in de winter is er betrekkelijk weinig interactie tussen het hoofdwatersysteem en het haarvatensysteem, en is er dus weinig invloed van het polderwater op de geïsoleerde delen van de boezem. Daarnaast wordt eventueel intrekend inlaatwater verdund door het overschot aan regenwater en uitspoelend perceelswater. Om dezelfde redenen is er niet alleen een gradiënt waarneembaar in totaal P-concentraties in de winter, maar nemen ook de Ca- en Cl-concentraties af van de poldergemalen naar de relatief geïsoleerde petgaten in het haarvatensysteem (Cusell *et al.* 2013, 2014b). Zo zijn de Ca-concentraties in de winter bij de poldergemalen ongeveer 55 mg/l, terwijl ze in het haarvatensysteem gelijk zijn aan 20 - 30 mg/l.

Op momenten dat er sprake is van een verdampingsoverschot is de stroomrichting van het water wel naar binnen toe gericht (Cusell *et al.* 2013, 2014b). Het oppervlaktewater stroomt dan van het hoofdwatersysteem naar de haarvaten. Met andere woorden: in het voorjaar en de zomer is er wel interactie tussen het hoofdwater- en haarvatensysteem, en is er dus invloed van het polderwater op de geïsoleerde delen van de boezem. De invloed van polderwater op de geïsoleerde delen van de boezem is terug te zien in de relatief hoge Ca- en Cl-concentraties van het oppervlaktewater in de petgaten en sloten (het haarvatensysteem) ten opzichte van de winter. In de zomer verschillen de Ca-concentraties nauwelijks tussen het inlaatwater, het hoofdwatersysteem en de petgaten (ze liggen overal rond de 55 mg/l), terwijl ze in de winter wel duidelijk verschillen tussen deze watertypen (Cusell *et al.* 2013, 2014b). Het intrekken van het polderwater in droge periodes in het voorjaar en de zomer is echter niet terug te zien in de concentraties van totaal P. De totaal P-concentraties in petgaten en sloten zijn in de zomer immers niet of nauwelijks verhoogd ten opzichte van de winter (tabel 4.1 en tabel 4.2; afbeelding 4.1 en Afbeelding 4.2). Dit komt vooral door de volgende processen:

- de lagere P-belastingen vanuit de poldergemalen in het voorjaar en de zomer (zie afbeelding 3.3);
- de opname en accumulatie van P door planten en algen in het groeiseizoen, waardoor een gedeelte van de zomerse P-belasting uit de gemalen wordt opgeslagen in organisch materiaal dat uiteindelijk als dood organisch materiaal naar de bodem zakt (Cusell *et al.* 2014b). Dit filterproces is ook bekend van andere veensystemen (o.a. Howard-Williams 1985; Richardson & Marshall 1986);
- de bezinking van fosfor dat gebonden is aan colloïdale Al- en Fe-deeltjes in polders en nabij gemalen. Vanwege de kwelinvloed in de polders, is een deel van het P in het inlaatwater gebonden aan Al en Fe. Deze fosforverbindingen kunnen in het hoofdwatersysteem van de boezem bezinken, waardoor de totaal P-concentratie afneemt (Lijklema 1980; Cusell *et al.* 2014b). Het bezinken van colloïdale Al- en Fe-deeltjes in polders en nabij gemalen wordt ondersteund door de kleur van het polderwater: het bruin gekleurde inlaatwater is na enkele honderden meters in de boezem al kleurloos door de neerslag van deze deeltjes (van Berkum 2000; veldwaarnemingen van C. Cusell). Dit is overigens een proces dat zowel in het groeiseizoen als in de winter optreedt, en er dus het gehele jaar voor zorgt dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater afneemt als men vanaf de poldergemalen de boezem ingaat.

4.3 Trendanalyse voor de totaal P-concentraties over de periode 2005 - 2016

Op 8 van de 38 meetlocaties is er voor de periode 2005 - 2016 een significante trend in de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater gevonden in één van beide seizoenen (tabel 4.3; zie Bijlage III voor de trendlijnen en patronen in totaal P-concentraties tussen 2005 en 2016). Van deze acht significante trends was de mate van correlatie in één geval zeer sterk, in één geval matig en in zes gevallen zeer zwak. Op de overige 30 locaties is geen significante trend vast te stellen, doordat de meetwaarden hier te sterk variëren zonder een duidelijk patroon en/of doordat er te weinig metingen van deze locaties zijn om een significante trend vast te stellen.

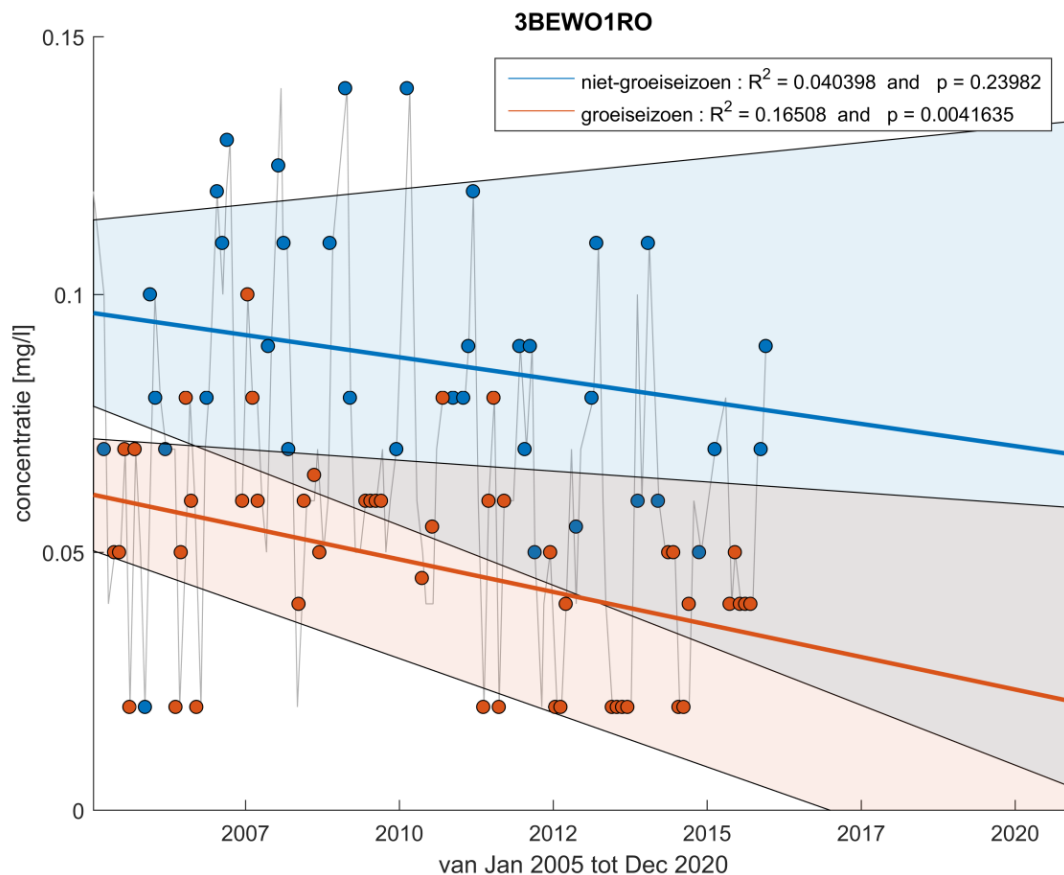
De acht meetlocaties met een significante trend in één van beide seizoenen gaven geen eenduidig beeld:

- op drie meetlocaties is sprake van een significant dalende trend in de zomer, namelijk in de Oostelijke Belterwijde, het Ettenlandse kanaal (nabij gemaal Stroink) en in het 1^e petgat van de Schut- en Grafkampen in het noordwesten van de Weerribben. Een voorbeeld van een trendlijn is te zien in

afbeelding 4.3, waar de gegevens voor de Oostelijke Belterwijde (meetpunt 3BEWO1RO) zijn gevisualiseerd. Er is inderdaad een afname van de totaal P-concentratie in de zomer tussen 2005 en 2016, maar de spreiding rondom de berekende trendlijn is ook groot. Vanwege die grote spreiding is de mate van correlatie zwak: er is een zwak significant verband tussen de tijd en de concentratie totaal P. Overigens lijkt uit afbeelding 4.3 te komen dat er ook in de winter sprake is van een afname. Deze trend is echter niet significant, waardoor er geen conclusies verbonden kunnen worden aan deze daling;

- op één locatie lijkt in de zomer sprake te zijn van een stabiele trend met een zeer sterk verband (Petgat Bollemaat-Noord, nieuw gegraven). Dit is echter een randeffect dat veroorzaakt wordt door de detectielimiet voor totaal P. Op deze locatie is de totaal P-concentraties namelijk bij alle metingen lager dan de detectielimiet van 0,04 mg P/l (zie Bijlage III), waardoor een sterke correlatie berekend wordt: alle punten liggen immers mooi op de detectielimiet. Dit zegt echter niets. In werkelijkheid kan de concentratie echter wel degelijk zijn gedaald of gestegen binnen de marge van de detectielimiet (0,0 - 0,4 mg P/l), maar dit is onmogelijk vast te stellen door diezelfde detectielimiet;
- twee locaties hebben een (sterk) dalende trend in de winter. Dit betreft de Venematen (klein meer) en de Steenwijker Aa (kanaal). In het kanaal lijkt sprake van een geleidelijke verlaging van de totaal P-concentratie die gedurende de hele periode (2005 - 2016) optreedt. In de Venematen werden tot 2010 regelmatig concentraties gemeten tot circa 0,08 mg P/l, terwijl de concentratie de laatste jaren vaak onder de detectielimiet ligt. Een duidelijke oorzaak voor deze knik konden wij niet vinden;
- op twee meetpunten is sprake van een stijgende trend, namelijk in petgat Wiertoom (in de Weerribben) en in de Kiersche Wijde. In de Wiertoom is de totaal P-concentratie de laatste jaren toegenomen in de zomer, terwijl in de Kiersche Wijde sprake is van een stijgende trend in de winter.

Afbeelding 4.3 De gemeten totaal P-concentratie (mg/l) op meetpunt 3BEWO1RO (Oostelijke Belterwijde) in het groeiseizoen (rode punten) en buiten het groeiseizoen (blauwe punten) in de periode 2005 - 2016 met de berekende trendlijn voor het groeiseizoen (rode lijn) en voor buiten het groeiseizoen (blauwe lijn)



Tabel 4.3 Overzicht trendlijnen van reeksen met voldoende significantie

Meetpunt	Naam	Seizoen	Trend	Mate van correlatie	R2
'3BEWO1RO'	Oostelijke Belterwijde	zomer	dalend	slecht	0,17
'3ETTK9RO'	Ettenlandse kanaal Duinweg	zomer	dalend	slecht	0,10
'4PSCG1RO'	1 ^e petgat Schut en Grafkampen	zomer	dalend	slecht	0,14
'3PBOL5RO'	Petgat Bollemaat-Noord, nieuw gegraven	zomer	constant	zeer sterk	0,83
'3PVEN4RO'	Venematen-West	winter	dalend	slecht	0,24
'4STEA9RO'	Steenwijker Aa	winter	sterk dalend	slecht	0,18
'4PWIE1RO'	Petgat Wiertoom	zomer	stijgend	slecht	0,11
'3KIEW2RO'	Kiersche Wijde	winter	stijgend	matig	0,47

De trendanalyse van de waterschapsdata van de afgelopen 10 jaar geeft dus geen algemeen of eenduidig beeld over de ontwikkelingen van de totaal P-concentratie in het oppervlaktewatersysteem van de boezem van noordwest Overijssel. Uit de literatuur (Torenbeek 2008; de Vries 2011; Cusell *et al.* 2013) en aanvullende ongepubliceerde analyses (van data die vanaf 1970 à 1980 beschikbaar is) blijkt dat er weldegelijk een algemeen beeld naar voren komt als over een periode van enkele decennia naar de totaal P-concentratie wordt gekeken:

- veel van de petgaten die al langdurig gemonitord worden in de Wieden en de Weerribben laten voor de afgelopen decennia zowel voor de winter als de zomer een dalende trend zien voor de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater;
- de kleine meren in de Wieden die langdurig gemonitord zijn (Kiersche Wijde, Duinigermeer en Venematen) laten zowel in de winter als de zomer een dalende trend zien voor de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater van de afgelopen decennia;
- voor de meeste gemonitoorde grote meren van de Wieden (Belterwijde-Oost, Belterwijde-West, Bovenwijde en Schutsloterwijde) wordt zowel in de winter als de zomer een dalende trend voor de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater waargenomen in de afgelopen decennia. In de Beulakerwijde en het Giethoornse Meer is hier geen sprake van;
- in de meeste toevoerende kanalen die zijn gemonitord, is er geen trend zichtbaar in de totaal P-concentratie in de afgelopen decennia. Dit geldt voor de Eesveense Wetering, het kanaal Beukers-Steenwijk, het kanaal Steenwijk-Ossenzijl en de Kalenbergergracht. In de meer geïsoleerde Arembergergracht is de totaal P-concentratie overigens wel afgenomen;
- voor alle poldergemalen geldt dat er geen lange termijn data beschikbaar is, waardoor het onduidelijk is hoe de totaal P-concentratie zich hier heeft ontwikkeld in de afgelopen decennia.

Hoewel voor de meeste polders weinig gegevens beschikbaar zijn, lijkt het er dus op dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater van de boezem de laatste decennia significant is afgenomen in het haarvatensysteem maar niet in het hoofdwatersysteem. Zowel in het haarvaten- als hoofdwatersysteem wordt in de laatste tien jaar (2006 - 2015) echter niet meer een structureel dalende trend waargenomen. Dit doet vermoeden dat de totale P-belasting in de boezem de afgelopen 10 jaar niet meer significant is afgenomen, terwijl dat in de decennia daarvoor wel het geval is geweest.

Landelijk gezien zijn de P-concentraties in het oppervlaktewater tussen 1980 en 2005 overigens ook gedaald (CBS *et al.* 2016a). Tevens is de gemiddelde P-belasting van het oppervlaktewater in Nederland tussen 1990 en 2014 fors afgenomen, maar de belasting door landbouw en via uit- en afspoeling is vrijwel gelijk gebleven (CBS *et al.* 2016b). De P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel wordt juist grotendeels veroorzaakt door belastingen die via af- en uitspoeling afkomstig zijn uit de landbouw. Dit kan verklaren waarom in het hoofdwatersysteem van de boezem geen afname van de totaal P-concentratie zichtbaar is in de afgelopen decennia, in tegenstelling tot de landelijke dalende trend. Dat er desondanks toch een afname

van de totaal P-concentraties is opgetreden in de meer geïsoleerde delen van de boezem komt mogelijk doordat er in die periode verschuivingen zijn opgetreden in het soortensamenstellingen van de boezemwateren (o.a. Witteveen+Bos 1994, 1995). Zo zijn er aanwijzingen dat de biomassa aan algen is afgenomen, wat automatisch leidt tot lagere totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem (die algen bevatten immers P). Voor een betere duiding van dit fenomeen is het gewenst om historische ecologische toestandsontwikkelingen in beeld te brengen en deze te koppelen aan vernieuwde water- en stofbalansen die niet alleen globaal maar ook door de tijd heen worden geanalyseerd.

4.4 Clusteranalyse op basis van totaal P-concentraties in het oppervlaktewater

In de clusteranalyse is onderzocht welke meetpunten qua patroon van de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater op elkaar lijken. Op basis van deze analyse zijn de meetpunten ingedeeld in vier clusters. In

tabel 4.4 staat per cluster het aantal meetpunten verdeeld naar watertype en in afbeelding 4.4 staan de geclusterde meetpunten op kaart aangegeven. In Bijlage IV staat per cluster een grafiek met de P-reeksen van alle meetpunten binnen dat cluster. Hieronder volgt een karakterisering van de vier clusters:

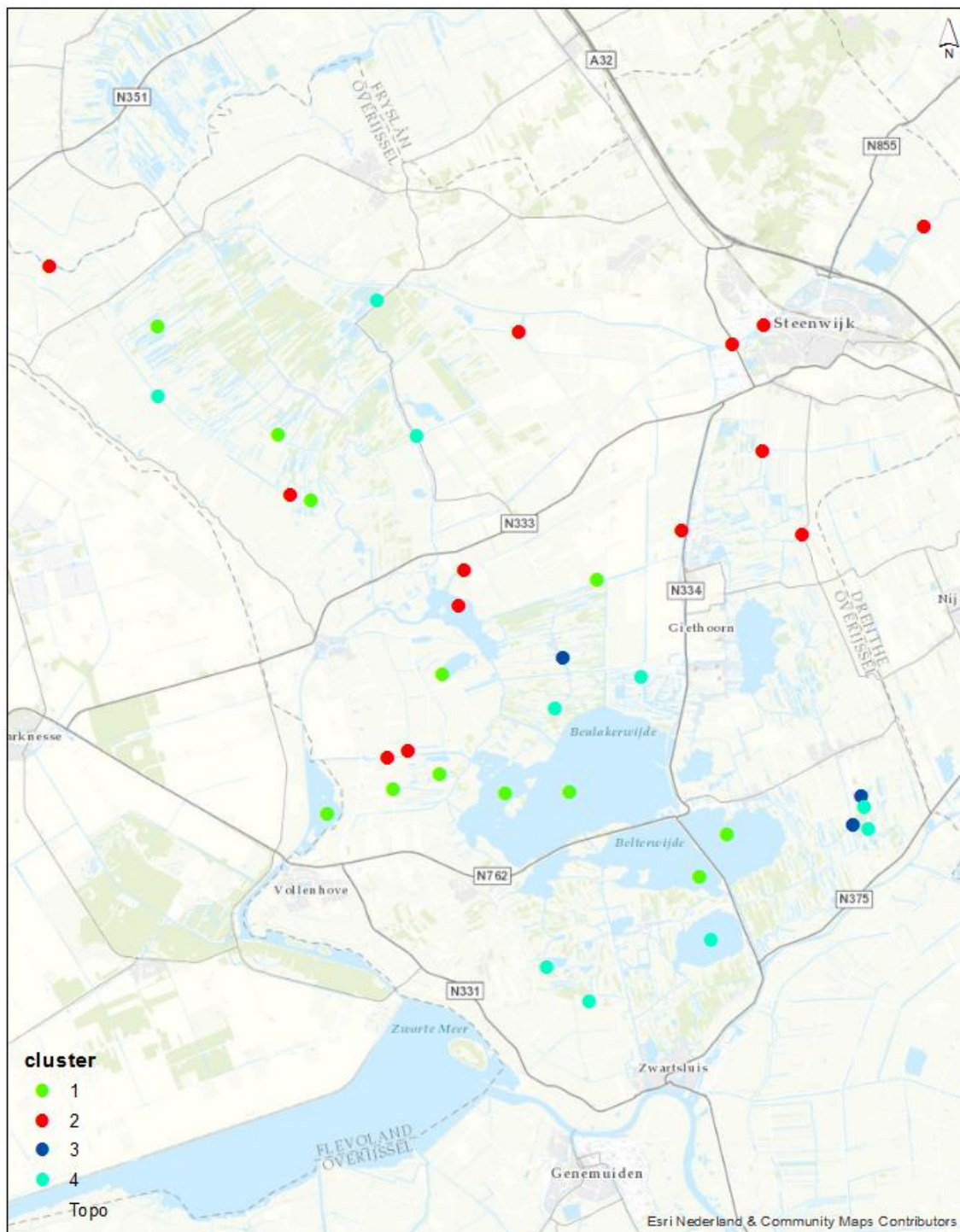
- cluster 1: Deze meetpunten liggen vooral in de meren van de Wieden en in wat petgaten van de Weerribben. De totaal P-concentraties vertonen een duidelijk seizoenpatroon: laag in de zomer (vaak lager dan 0,05 mg P/l) en hoog in de winter (vaak rond de 0,1 mg P/l);
- cluster 2: Deze meetpunten liggen (op één na) bij poldergemalen en in hoofdkanalen. De meetpunten worden gekenmerkt door een sterk seizoenspatroon (laag in de zomer, hoog in de winter). De totaal P-concentraties zijn hier hoger dan in cluster 1;
- cluster 3: Dit cluster is minder duidelijk van karakter. De drie meetpunten in dit cluster vertonen soms dezelfde pieken in de totaal P-concentratie, maar verder is er geen logische samenhang;
- cluster 4: Deze meetpunten liggen zowel bij gemalen als in (kleine) meren en petgaten. Kenmerkend voor dit cluster is het ontbreken van de sterke seizoendynamiek (laag in de zomer, hoog in de winter). Op de meeste meetpunten in dit cluster is de gemiddelde totaal P-concentratie juist in de zomer wat hoger dan in de winter, of verschilt de concentratie nauwelijks tussen beide seizoenen. De hoogte van de P-concentratie verschilt sterk binnen dit cluster: de meetpunten bij de gemalen vertonen fors hogere concentraties dan de andere meetpunten binnen dit cluster. Uit afbeelding 4.4 blijkt dat de meeste van de meetpunten met lage P-concentraties op (sterk) geïsoleerde plekken in de Wieden liggen.

De clusteranalyse laat dus heel duidelijk zien dat de totaal P-concentratie op veel meetpunten in de zomer lager is dan in de winter (clusters 1 en 2). Deze meetpunten zijn te verdelen in twee groepen: meetpunten met relatief lage totaal P-concentraties (meren en petgaten, cluster 1) en meetpunten met relatief hoge totaal P-concentraties (poldergemalen en kanalen, cluster 2). Daarnaast is er een groep meetpunten zonder duidelijk seizoenpatroon (cluster 4). Deze uitkomst ondersteunen de analyse uit paragraaf 4.2.

Tabel 4.4 Aantal meetpunten per cluster verdeeld naar watertype

Cluster	Poldergemaal	Hoofdkanaal	Meer	Klein meer	Petgat	Sloot	TOTAAL
1	1	1	4	2	3	1	12
2	7	5	1	-	-	-	13
3	-	1	-	1	1	-	3
4	3	-	1	3	3	-	10

Afbeelding 4.4 Clustering van meetpunten op kaart: Meetpunten met dezelfde kleur behoren tot hetzelfde cluster



4.5 Prognose van autonome ontwikkeling totaal P-concentraties in het oppervlaktewater van de boezem

In deze paragraaf wordt ingegaan op bestaande activiteiten in en nabij de boezem die van invloed kunnen zijn op de P-belasting in de boezem. Er zal ook worden ingeschat hoe deze activiteiten zich zullen ontwikkelen in de komende 12 jaar (2016 - 2027). Tevens wordt getracht om zeer globaal in te schatten wat de effecten van deze ontwikkelingen zullen zijn op de P-belastingen. Van Berkum (2000) heeft eerder al aangegeven dat het niet eenvoudig is om op basis van literatuur en globale water- en stofbalansen een

prognose te maken van de P-belasting voor een complex laagveensysteem als het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben. Daar komt bij dat de trendanalyses van de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater (paragraaf 4.3) laten zien dat het op basis van de reeds beschikbare data moeilijk is om patronen uit het verleden vast te stellen. Een gedegen prognose van de P-huishouding op basis van de verwachte autonome ontwikkeling kan dus niet worden gemaakt op basis van literatuurgegevens alleen.

Zowel binnen als buiten de Natura 2000-gebieden Wieden en Weerribben vinden activiteiten plaats die invloed kunnen hebben op de ecologische kwaliteit van beide natuurgebieden. In het Natura 2000-ontwerpbeheerplan (Provincie Overijssel 2016) wordt het effect van alle activiteiten beschreven en beoordeeld. Hieronder wordt alleen ingegaan op de activiteiten die invloed kunnen hebben op de P-huishouding van beide natuurgebieden.

4.5.1 Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) Steenwijk

De RWZI in Steenwijk is sinds 2004 ingrijpend gerenoveerd en uitgebreid. Daarmee is de RWZI Steenwijk één van de modernste zuiveringen van Nederland. De mate van uitbreiding was gebaseerd op basis van prognoses in de groei van de bevolking in dit gebied, welke echter niet heeft plaatsgevonden. Daardoor is de RWZI overgedimensioneerd en presteert deze beter dan vereist is. Zowel voor de nitraat- als de fosfaatvruchten is sinds 2004 een duidelijke daling geconstateerd, na 2013 blijft deze stabiel. Vanwege de beperkte invloed van de RWZI op de P-belastingen van de gehele boezem (1 - 2 %) is in het Natura 2000-ontwerpbeheerplan aangegeven dat er geen maatregelen, zoals afkoppelen via een (om)leiding naar het Meppelerdiep, hoeven te worden genomen die de P-belasting van de RWZI verlagen. Vanwege de beperkte invloed op de totale P-belasting van de gehele boezem, speelt de RWZI een beperkte rol in een prognose van de autonome ontwikkeling van de P-belastingen in de boezem.

4.5.2 Riooloverstorten

Bij de Wieden en de Weerribben bevinden zich respectievelijk 17 en 10 overstorten in of nabij het Natura 2000-gebied (Provincie Overijssel 2016), die op de overstort bij St. Jansklooster na allemaal bezinkbassins hebben om de vuiluitwerp te verminderen (mededeling waterschap Drents Overijsselse Delta). Hoewel op dit moment onbekend is hoe vaak de riooloverstorten precies in werking treden en hoeveel effluent deze overstorten lozen wanneer zij in werking treden, blijkt uit globale analyses dat de P-belastingen van incidentele lozingen zeer klein zijn ten opzichte van de totale belastingen op de gehele polder (Arcadis 2004a; Torenbeek 2008). In het kader van de Kader Richtlijn Water (KRW) worden de rioolstelsels wel aangepast (afkoppelen van regenwater) door het waterschap Drents Overijsselse Delta en de lokale gemeenten, waardoor overstorten minder vaak in werking zullen treden of zelfs verdwijnen (Drents Overijsselse Delta 2016). Vanwege de zeer beperkte invloed op de totale P-belasting van de gehele boezem, speelt de aanpak van riooloverstorten een beperkte rol in een prognose van de autonome ontwikkeling van de P-belastingen in de boezem.

4.5.3 Peilbeheer

In de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben (Provincie Overijssel 2015) wordt het huidige peilbeheer als knelpunt gezien. De peilen, die worden ingesteld en gehandhaafd door het waterschap Drents Overijsselse Delta, zijn in de winter maximaal 10 cm lager (0,83 m -NAP) dan in het voorjaar en de zomer (0,73 m -NAP) om voldoende berging te houden (Waterschap Reest en Wieden 2004). Zodra het maximum peil bereikt is, wordt het overvloedige regenwateroverschot in de winter afgevoerd bij gemaal Stroink. Tijdens droge zomers, wanneer het peil mag uitzakken tot 0,83 m -NAP, moet er soms water worden ingelaten bij gemaal Stroink om de scheepvaart en recreatie in het gebied niet te veel te hinderen en het risico op verdroging in semi-terrestrische habitattypen te beperken, zodat er in deze habitattypen niet een ongewenste verhoging van de N- en P-beschikbaarheid optreedt als gevolg van versnelde mineralisatie (o.a. Mettrop *et al.* 2014). Uit globale balansstudies (Arcadis 2004a; Cusell *et al.* 2013) blijkt echter dat de inlaat bij gemaal Stroink slechts 1

- 2 % van de totale P-belasting op de boezem omvat. Hierbij dient wel te worden vermeld dat de P-belasting in zeer droge zomers, zoals in 2003, kan oplopen en dan weldegelijk overal in de Wieden tot hogere P-belastingen kan leiden (Cusell *et al.* 2013). Vanwege de gemiddeld zeer beperkte invloed van het peilbeheer op de P-belastingen van de boezem is in het Natura 2000-ontwerpbeheerplan aangegeven dat het peilbeheer kan worden gehandhaafd (Provincie Overijssel 2016). Vanwege de beperkte invloed op de totale P-belasting van de gehele boezem, speelt het peilbeheer een beperkte rol in een prognose van de autonome ontwikkeling van de P-belastingen in de boezem.

Het verminderen van de waterinlaat bij gemaal Stroink is voor de waterkwaliteit minder belangrijk dan voorheen werd gedacht. Mede op basis van het onderzoek van Cusell *et al.* (2013) pleiten Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten momenteel voor het instellen van een hoger zomerpeil met 5 - 10 cm (tot 0,63 à 0,68 m -NAP), zodat verdroging zo veel mogelijk kan worden tegengegaan en er zo veel mogelijk aanrijking van basen in het haarvatensysteem kan optreden. Er is geadviseerd (Cusell *et al.* 2013) om dit hogere peil vooral te bereiken door in het voorjaar en de zomer minder water uit te laten, maar vermoedelijk zal een structureel hoger zomerpeil alleen mogelijk zijn als er meer water wordt ingelaten bij gemaal Stroink. Er is nog niet doorgerekend om hoeveel inlaatwater het zou moeten gaan en hoe sterk de externe P-belasting hierdoor zal stijgen.

Om een prognose te kunnen maken van de effecten van dergelijke actieve peilverhogingen op de externe P-belasting is het gewenst om de water- en stofbalansen opnieuw door te rekenen. De uiteindelijke randvoorwaarde zal echter zijn dat de externe P-belasting niet al te veel mag toenemen (omdat het voordeel dan niet meer opweegt tegen de nadelen). Voor de huidige prognose van de autonome ontwikkeling is er vanuit gegaan dat de inlaat vanuit gemaal Stroink niet significant zal veranderen.

4.5.4 Agrarische activiteiten

Binnen en met name nabij het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben komt veel landbouw voor. Deze gronden zijn voornamelijk melkveehouderijen. Er liggen meer dan 130 melkveehouderijen in de Wieden en de Weerribben of binnen 1500 m van deze natuurgebieden (Provincie Overijssel 2016). Gronden in beheer bij deze bedrijven worden gebruikt als grasland (op natte, lage gebieden), voor beweiding, of als bouwland. Meststoffen en bestrijdingsmiddelen die op deze agrarische velden worden toegepast, kunnen oppervlakkig afspoelen naar sloten en greppels waarna ze vervolgens een negatief effect kunnen hebben op de habitattypen en habitatsoorten in de Natura 2000-gebieden. Uit verschillende globale water- en stofbalansen blijkt dat de wateraanvoer vanuit omliggende polders voor bijna 70 % van de totale P-belasting zorgt en dat circa 20 % van de totale P-aanvoer via de Steenwijker Aa wordt aangevoerd waarbij de aanliggende landbouwpercelen ook de hoofdbron zijn (Balirwa 1993; van Berkum 2000; Arcadis 2004a, 2008; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013).

In de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben (Provincie Overijssel 2015) wordt geconstateerd dat een groot deel van de nutriënten in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben afkomstig is van afspoeling en uitspoeling uit aangrenzende landbouwgebieden. Een reductie van de af- en uitspoeling uit landbouwgrond werkt voor circa 7/10 deel door in de fosfaatbelasting (o.a. Cusell *et al.* 2013). Zo leidt een reductie van bijvoorbeeld 10 % van de af- en uitspoeling tot een reductie in de totale P-belasting van de boezem van 7 %. In de gebiedsanalyse wordt dan ook aangegeven dat vermindering van de mestgift, en het tegengaan van de uit- en afspoeling van mest, een voor de hand liggende bronmaatregel zou zijn (Provincie Overijssel 2015). Het mestbeleid valt echter onder de verantwoordelijkheid van het Rijk. Terugdringing van de mestgift is daarom niet als mogelijke herstelmaatregel opgenomen in de PAS-gebiedsanalyse. In de PAS-gebiedsanalyse en het Natura 2000-ontwerpbeheerplan (Provincie Overijssel 2015, 2016) wordt er vanuit gegaan dat op korte termijn geen grote veranderingen in de P-belasting vanuit de landbouw zullen optreden. Eventuele effecten die kunnen optreden door het meer toepassen van evenwichtsbemesting of biologische landbouw op de desbetreffende landbouwgebieden is niet meegenomen in de prognose, omdat vooralsnog onduidelijk is waar dat in welke vorm gedaan gaat worden. In hoofdstuk 7 zijn deze varianten wel meegenomen als één van de mogelijke maatregelen om de P-belasting te verlagen.

De uit- en afspoeling van mest zou ook beperkt kunnen worden door huidige landbouwgebieden om te zetten naar natuur of stedelijk gebied (Nieuwveense Landen bij Meppel). In het Natura 2000-beheerplan van De Wieden en Weerribben (Provincie Overijssel 2016) is opgesomd welke agrarische gebieden in en nabij het Natura 2000-gebied omgevormd zijn of worden naar natuur (zie Bijlage V). Voor de inschatting van de potentiële P-reductie is er uitgegaan van twee situaties:

- om te zetten gebieden die al in de Natura 2000-gebieden liggen (gebieden 1a, 1b, 1c, 3, 7, 10 en 11 uit Bijlage V): Voor deze gebieden geldt dat er vanuit is gegaan dat de reductie van de P-belasting zeer beperkt zal zijn, omdat het om een relatief klein deel van het totale gebied van de boezem gaat (in het totaal om 203 ha in een boezem van circa 12.000 ha) dat momenteel al vrijwel niet bemest wordt;
- polders en stroomgebieden (het gekoppelde gebied van de Steenwijker Aa en Wapserveense Aa) die de boezem voeden: Voor deze gebieden is het effect van de omzettingen op de totale P-belasting ingeschat door het omgezette oppervlak te vergelijken met het totale oppervlakte van de betreffende polder/stroomgebied (zie Bijlage V). Hierbij is er vanuit gegaan dat de P-belasting vanuit het omgezette gebied gelijk wordt aan 0. Het gaat dus om een maximale inschatting, die in de praktijk niet zal worden gerealiseerd. Het is namelijk bekend dat dergelijke bodems nog langdurig kunnen blijven naleveren, zelfs als gebruik wordt gemaakt van uitmijningstechnieken.

Het effect van reeds voorgenomen landbouwmvorming naar natuur in aanvoerende polders en stroomopwaarts gelegen stroomgebieden blijkt beperkt te zijn, waarbij vooral reeds uitgevoerde ingrepen (afkoppelen polder Beukers en herinrichting van polders Wetering-West, Wetering-Oost en Beulakerpolder; gebieden 13a, C, D en G uit Bijlage V) het grootste effect hebben gehad. Door deze reeds uitgevoerde maatregelen is de totale P-belasting in de boezem met maximaal 3,8 % afgenomen ten opzichte van de meest actueel bekende P-belastingen (Cusell *et al.* 2013). Alle omzettingen die nog gepland staan in wateraanvoerende polders (gebieden 2, 4, 5a, 5b, 6, 9, 14 en I in Bijlage V) zullen maximaal tot een reductie van 2,2 % van de totale P-belasting in de boezem leiden. Een verdere reductie van maximaal 1,8 % van de totale P-belasting wordt mogelijk bewerkstelligd door reeds voorgenomen omzettingen van landbouw naar natuur in de provincie Drenthe als gevolg van EHS-omzettingen in het dal van de Wapserveense Aa en de Steenwijker Aa (zie Bijlage V).

4.5.5 Recreatie en toerisme

In de zomermaanden zijn er veel recreatieschepen in de boezem, die hun afvalwater vaak direct op het oppervlaktewatersysteem lozen. Gedurende de zomer, wanneer de P-belasting vanuit polders relatief laag is ten opzichte van de winter wanneer het neerslagoverschot afgevoerd dient te worden, vormt de recreatie 5 - 10 % van de totale P-belasting in de boezem (van Berkum 2000; Arcadis 2004a). Op jaarbasis is dat slechts 1 - 2 % van de totale P-belasting. Door voorlichting en het aanleggen van vuilwaterontvangstplaatsen kan worden getracht om deze belasting terug te brengen. Volgens de Waterwet (artikel 6.2) is het overigens verboden om stoffen in een oppervlaktewaterlichaam te lozen, tenzij er een vergunning of vrijstelling is verleend. Van dit laatste is bij de waterrecreatie geen sprake, waarmee de lozingen illegaal zijn. Het probleem bij de aanpak van recreatie is echter dat er veel bronnen zijn en er veel particulieren (eigenaren van jachten) bij betrokken zijn, waardoor handhaving lastig is en het dus moeilijk is om bij te sturen (Torenbeek 2008). Gezien de lange levensduur van de boten en de toename van recreatievaart zal deze belasting eerder licht toe- dan afnemen (van Berkum 2000). In verhouding tot de totale P-belasting in de boezem gaat het echter om zeer beperkte belastingen die alleen lokaal mogelijk een effect hebben.

4.6 Conclusies

Uit metingen van het waterschap Drents Overijsselse Delta en Cusell *et al.* (2013) blijkt dat de boezem van noordwest Overijssel zowel in de zomer als winter het wateroverschot uit de (diepe) polders ontvangt. In het hoofdwatersysteem van de boezem is dit duidelijk te zien door verhoogde totaal P-concentraties in de kanalen en (in mindere mate in de) grote meren. In het meer geïsoleerde haarvatensysteem van de boezem liggen de totaal P-concentraties echter beduidend lager, zowel in de winter als de zomer. De oorzaak voor dit patroon verschilt echter wel tussen de winter en de zomer:

- in periodes met een neerslagoverschot (vooral in het najaar en de winter) is er een waterstroming van de haarvaten naar het hoofdsysteem, waardoor een groot gedeelte van het P dat dan ingelaten wordt (wat relatief een grote hoeveelheid is ten opzichte van drogere periodes) niet direct in het haarvatensysteem terecht komt;
- in periodes met een verdampingsoverschot (vooral in het voorjaar en de zomer) gaat de waterbeweging van het hoofdwatersysteem juist naar de haarvaten toe (van binnen naar buiten). Er is dan dus wel directe invloed van het polderwater op de geïsoleerde delen van de boezem. Hierdoor zijn de Ca- en Cl-concentraties van het oppervlaktewater in de petgaten en sloten relatief hoog in de zomer vergeleken met de winter. Ondanks de inlaat van P-rijk polderwater uit diepe kwelpolders is dit echter niet duidelijk terug te zien in de concentraties van totaal P in het haarvatensysteem, doordat de totaal P-concentraties sterk afnemen tijdens het watertransport van de poldergemalen naar de haarvaten van het veensysteem. De opname en accumulatie van P door planten en algen in het groeiseizoen en de bezinking van colloïdale Al- en Fe-fosfaten zorgen er voor dat het inlaatwater 'gefiltreerd' wordt.

Op basis van beperkte trendanalyses uit de literatuur lijkt het er op dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater van de boezem de laatste decennia significant is afgenomen in het haarvatensysteem maar niet in het hoofdwatersysteem. Uit de in dit rapport uitgevoerde, uitgebreide trendanalyses van de afgelopen 10 jaar (2006 - 2015) blijkt echter dat er in het laatste decennium zowel in het haarvaten- als hoofdwatersysteem niet meer een structureel dalende trend is. Dit doet vermoeden dat de totale P-belasting in de boezem de afgelopen 10 jaar niet meer significant is afgenomen, terwijl dat in de decennia daarvoor wel het geval is geweest. Hoewel een goede prognose van de autonome ontwikkeling lastig valt uit te voeren op basis van een literatuurstudie waarin geen scenario's kunnen worden doorgerekend, vermoeden we dat alle reeds geplande activiteiten voor het komende decennium ook niet tot een structurele en significante daling van de P-belasting zullen leiden.

De uitgevoerde analyses en literatuurstudie laten zien dat er nog een aantal onzekerheden zijn over de P-huishouding van de boezem van noordwest Overijssel. Aangezien deze onzekerheden het lastig maken om een gedegen defosfateringsplan op te stellen, adviseren we om bij het opstellen van een dergelijk plan aandacht te besteden aan de volgende werkstappen:

- **water- en stofbalansen verbeteren en actualiseren:** De globale water- en stofbalansen die in het verleden zijn opgesteld kunnen met beperkte middelen worden geactualiseerd en verbeterd. Het waterschap heeft de afgelopen jaren namelijk bij een aantal belangrijke poldergemalen nieuwe meetgegevens verzameld, waardoor de P- en Ca-belastingen vanuit deze bronnen nu beter bepaald kunnen worden. In eerdere globale stofbalansen moesten deze belastingen worden ingeschat. Uit een eerste globale inventarisatie van de nieuwe gegevens door ons blijkt dat de P-concentraties bij een aantal grote poldergemalen circa 10 % onderschat zijn in het verleden en dat de P-belasting bij deze gemalen dus een stuk hoger zal zijn. Er wordt geadviseerd om de stofbalansen opnieuw door te rekenen. Er wordt aangeraden om dan gelijk gebruik te maken van een balans die differentieert tussen land en water (wat tot nu toe niet het geval is), zodat onderscheid gemaakt kan worden tussen regenwater dat op het oppervlaktewatersysteem valt en uitspoelend perceelwater (oftewel regenwater dat op kraggen valt en via uitspoeling uiteindelijk wordt afgevoerd). Deze interactie tussen land en oppervlaktewater zit standaard in de wat geavanceerdere water- en stofbalansen;
- **trendanalyses voor een langere periode en niet alleen voor totaal P uitvoeren:** De trendanalyses die in dit rapport zijn uitgevoerd, laten zien dat er de afgelopen 10 jaar geen algemene trends zichtbaar zijn voor de totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem van de boezem. Eerder uitgevoerde trendanalyses doen daarentegen vermoeden dat er sinds de jaren '70 van de vorige eeuw weldegelijk een dalende trend is voor de totaal P-concentraties (Torenbeek 2008; de Vries 2011; Cusell *et al.* 2013). De trendanalyses voor deze langere periode zijn echter altijd voor kleine subsets van de gehele dataset uitgevoerd en in sommige gevallen is de statistische onderbouwing in deze analyse onvoldoende. Om meer inzicht te krijgen in de patronen die de afgelopen decennia zijn opgetreden en daarmee ook beter te kunnen voorspellen wat het effect van bepaalde ingrepen zal zijn, wordt geadviseerd om de langer lopende trendanalyses uit te voeren voor alle locaties waar het waterschap Drents Overijsselse Delta genoeg gegevens van heeft. Tevens wordt geadviseerd om dit niet alleen voor P te doen, maar ook voor elementen die iets zeggen over de basenhuishouding (Ca, alkaliniteit) en het watertype/herkomst van het water (Cl). Deze inspanning zal tot relatief veel extra systeembegrip leiden, wat zal helpen bij het bepalen van het effect van maatregelen.

GEWENSTE TOESTAND VAN DE BOEZEM

5.1 Aanpak

Op basis van een literatuuronderzoek zijn streefwaarden voor de totaal P-concentratie bepaald voor het oppervlaktewater dat in of nabij verschillende habitattypen in de Wieden en de Weerribben voorkomt, zodat in het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 6) de gemeten totaal P-concentraties (hoofdstuk 4) vergeleken kunnen worden met de streefwaarden.

Voor zowel aquatische als semi-terrestrische habitattypen is op zoek gegaan voor grenswaarden in het (nabijgelegen) oppervlaktewatersysteem. Voor de semi-terrestrische habitattypen is hierbij aangenomen dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater sturend is voor de vegetatieontwikkeling van het betreffende habitatype. In onderstaande kader wordt toegelicht waarom bij semi-terrestrische habitattypen geen gebruik is gemaakt van normen voor het bodemvocht (die vermoedelijk mede sturend zijn), maar van streefwaarden voor het nabijgelegen oppervlaktewater.

Het gebruik van streefwaarden voor het oppervlaktewater bij semi-terrestrische habitattypen

Hoewel de P-concentraties in het bodemvocht vermoedelijk sturender zijn voor de vegetatieontwikkeling op kraggen dan de concentratie in het nabijgelegen oppervlaktewater, is er bewust geen gebruik gemaakt van grenswaarden in het bodemvocht, zoals die bijvoorbeeld zijn opgenomen in Claessens *et al.* (2014), omdat:

- er onvoldoende ruimtelijke spreiding zit in de bestaande dataset aan bodemvochtgegevens voor de semi-terrestrische habitattypen in de Wieden en de Weerribben. Er is van een aantal specifieke locaties heel veel informatie, maar van zeer grote delen van de boezem zijn er totaal geen biochemische gegevens van het bodemvocht beschikbaar. Hierdoor is een ruimtelijke vergelijking tussen streefwaarden en gemeten waardes in het bodemvocht onmogelijk. Hoewel de bedekking van meetpunten in het oppervlaktewatersysteem ook verre van volmaakt is, is de spreiding hier wel veel beter;
 - er onvoldoende kwantitatieve kennis is over de biogeochemische processen die een rol spelen tijdens het transport van water en nutriënten van het oppervlaktewater door/onder/over de kraggen naar semi-terrestrische habitattypen. Hierdoor is het vooralsnog onmogelijk om normen voor het bodemvocht (als die al bekend zijn) om te zetten naar streefwaarden voor het nabijgelegen oppervlaktewatersysteem. Door op basis van meetgegevens streefwaarden in te schatten voor het oppervlaktewater dat naast goed ontwikkelde semi-terrestrische habitattypen ligt, kan zonder specifieke kennis van deze processen toch een inschatting worden gemaakt van de totaal P-concentraties die in het nabijgelegen oppervlaktewater aanwezig mag zijn;
 - voor de waardes uit Claessens *et al.* (2014) geldt verder dat ze sowieso alleen gebruikt mogen worden als de habitattypen niet gevoed worden door oppervlaktewater (wat in de Wieden en de Weerribben vrijwel altijd het geval is) maar door grondwater. De normen in Claessens *et al.* (2014) zijn namelijk specifiek opgesteld voor habitattypen die gevoed worden door grondwater
-

Op basis van beschikbare data zijn kritische grenswaarden bepaald voor die habitattypen die beïnvloed worden door de oppervlaktewaterkwaliteit. Hierbij is uitdrukkelijk onderscheid gemaakt tussen twee type streefwaarden, namelijk streefwaarden die gebaseerd zijn op metingen waarin de totaal P-concentratie is gemeten in ongefilterde monsters na een destructie en streefwaarden die gebaseerd zijn op metingen waarin de totaal P-concentratie is gemeten in gefilterde watermonsters. Bij de tweede meetwijze (gefilterde

watermonsters) zijn de totaal P-concentraties altijd lager dan bij de eerste methode (ongefilterde watermonsters). Hoewel er in de Wieden en Weerribben geen onderzoeken zijn uitgevoerd, waarin beide methodieken met elkaar zijn vergeleken, blijkt uit een globale vergelijking van meetgegevens van het Waterschap Drents Overijsselse Delta (ongefilterd) en Cusell *et al.* 2013 (gefilterd) dat de concentraties een factor 2 tot 3 schelen.

Voor de aquatische habitattypen (H3140 en H3150) zijn de streefwaarden (evenals de metingen in het veld van het Waterschap Drents Overijsselse Delta) gebaseerd op ongefilterde totaal P-concentraties, terwijl de streefwaarden voor de terrestrische habitattypen (evenals de metingen in het veld door Cusell *et al.* 2013) zijn gebaseerd op gefilterde totaal P-concentraties. Bij de interpretatie van de gegevens worden de aquatische en semi-terrestrische habitattypen dan ook los van elkaar gevisualiseerd en behandeld.

5.2 Streefwaarden voor totaal P voor verschillende habitattypen

Op basis van verschillende literatuurbronnen, waaronder de profielfragmenten voor de habitattypen¹, zijn er streefwaarden bepaald voor de totaal P-concentraties die in het groeiseizoen maximaal in het oppervlaktewater zouden mogen voorkomen in of nabij een habitatype (zietabel 5.1). Deze streefwaarden zijn alleen bepaald voor habitattypen die worden beïnvloed door de P-concentraties in het oppervlaktewater. Hieronder wordt voor elk habitatype beknopt uitgelegd hoe de streefwaarde is bepaald:

- **kranswierwateren (H3140):** In het profielfragment voor kranswierwateren wordt aangegeven dat optimale totaal P-concentraties voor kranswiervegetaties in gebufferde meren en petgaten liggen tussen de 0,04 en 0,10 mg P/l voor ongefilterde watermonsters. De streefwaarde is in dit rapport bepaald op de ondergrens (0,04 mg P/l voor ongefilterde watermonsters), omdat uit verscheidene onderzoeken blijkt dat goed ontwikkelde kranswiergemeenschappen met karakteristieke soorten als Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*), klein glanswier (*Nitella hyaline*), stekelharig kransblad (*Chara hispida*) en brokkelig kransblad (*Chara contraria*) veelal pas voorkomen bij dergelijke (of zelf wat lagere) totaal P-concentraties (Schaminée *et al.* 1995; Cusell *et al.* 2013; Becker *et al.* 2016). Hoewel deze streefwaarde een stuk lager is dan het GEP (goede ecologische potentieel) die van der Molen *et al.* (2012) hebben bepaald voor het watertype M27 (matig grote ondiepe laagveenplassen) van 0,09 mg P/l, is de streefwaarde toch lager gelegd omdat dit nodig is voor het bereiken van de Natura 2000-doelen. Uit een EU-richtlijn (EU 2011) blijkt dat in gevallen waarin de KRW- en Natura 2000-richtlijnen niet in overeenstemming met elkaar zijn, uitgegaan dient te worden van de strengste eis, zodat beide richtlijnen bereikt kunnen worden (zie onderstaande kader). Dit speelt zeker in gebieden die onderdeel zijn van het register beschermde gebieden, waarvan sprake is bij het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben;

KRW versus Natura 2000 in de Wieden en Weerribben

Zowel de KRW- als Natura 2000-richtlijn hebben tot doel een goed functionerend (water)systeem, waarbij de focus van de KRW ligt bij de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater en de focus van Natura 2000 bij het behalen van biologische instandhoudingsdoelstellingen. In veel gevallen zijn de KRW en Natura 2000 complementair en versterkend aan elkaar, maar in sommige gevallen is de ene richtlijn strenger dan de andere richtlijn of zijn de richtlijnen niet eenduidig. In het geval dat de richtlijnen niet even streng zijn, dient op grond van EU-richtlijnen uitgegaan te worden van de strengste richtlijn waardoor de normen/doelstellingen voor beide richtlijnen behaald worden (EU 2011).

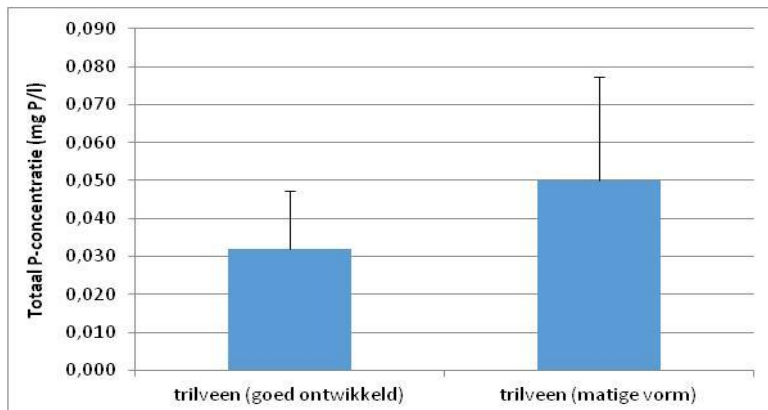
- **eren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150):** In het profielfragment voor meren met krabbenscheer en fonteinkruiden wordt aangegeven dat dit type optimaal kan voorkomen bij totaal P-concentraties van tussen de 0,04 en 0,10 mg P/l. Van krabbenscheervegetaties is bekend dat ze in goede staat zelfs bij nog wat hogere totaal P-concentraties kunnen voorkomen. Dit is bijvoorbeeld het geval langs agrarische percelen die ten oosten van de Wieden liggen en in sloten van polder Zegveld. Kieming van krabbenscheer treedt echter alleen op in relatief voedselarme systemen (mondelinge mededeling van Fons Smolders). Daarnaast wordt vermoed dat te voedselrijke

¹ <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000>

krabbenscheerverlandingen (met te hoge P-concentraties in de vegetatie) tot problemen kunnen leiden in de verdere successie naar trilvenen, die P-gelimiteerd dient te zijn (Cusell *et al.* 2013). Er is uiteindelijk dan ook gekozen voor een streefwaarde van 0,06 mg P/l voor ongefilterde watermonsters;

- **trilvenen (H7140A)**: Uit lopend, uitgebreid onderzoek in Nederlandse trilvenen blijkt dat goed ontwikkelde trilvenen voorkomen als de totaal P-concentratie in het nabijgelegen oppervlaktewater lager is dan 0,04 mg P/l (van Diggelen *et al.* 2016; afbeelding 5.1). Er is dan ook gekozen voor een streefwaarde van 0,04 mg P/l voor gefiltreerde watermonsters.

Afbeelding 5.1 Totaal P-concentratie (gefiltreerd; in mg P/l) in het oppervlaktewater nabij trilvenen (goed ontwikkelde vorm met veel schorpioenmossen) en verzuurde trilvenen (matige kwaliteit met veel gewoon puntmos) in Nederlandse laagveengebieden. Gemiddelde en standaard deviatie zijn gegeven op basis van data uit van Diggelen *et al.* 2016



- **veenmosrietlanden (H7140B)**: Net als trilvenen worden veenmosrietlanden in het profieldocument omschreven als licht voedselrijke vegetatiegemeenschappen. Aangezien er geen goed onderbouwde grenswaarden bekend zijn over de totaal P-concentraties die in het oppervlaktewater nabij veenmosrietlanden mogen voorkomen, is er voor gekozen om de streefwaarde van veenmosrietlanden gelijk te stellen aan de streefwaarde van trilvenen, namelijk 0,04 mg P/l voor gefiltreerde watermonsters;
- **blauwgraslanden (H6410)**: Blauwgraslanden, die in optimale vorm onder matig voedselarme condities voorkomen, kunnen via inundaties behoorlijk sterk worden beïnvloed door de oppervlaktewaterkwaliteit. Er is in de literatuur echter geen grenswaarde vastgesteld voor de totaal P-concentratie in het inundatiewater. Vooralsnog is dezelfde streefwaarde gehanteerd als voor de trilvenen, namelijk 0,04 mg P/l voor gefiltreerde watermonsters;
- **galigaanmoerassen (H7210)**: Galigaanmoerassen liggen vaak direct langs het oppervlaktewater en zijn meestal dus afhankelijk van de oppervlaktewaterkwaliteit. Ook voor dit habitatype zijn er in de literatuur geen grenswaarden gevonden, waardoor er is uitgegaan van de streefwaarde voor trilvenen van 0,04 mg P/l voor gefiltreerde watermonsters;
- **vochtige heiden - Moerasheide (H4010B)**: Dit habitatype, dat vaak op dikke kragges staat en een eindstadium van de verlandingssuccessie is, wordt sterk beïnvloed door een neerslaglens in de top van de kragge en wordt dan ook (vrijwel) niet beïnvloed door de kwaliteit van het oppervlaktewatersysteem. Er is dan ook voor gekozen om voor dit habitatype geen kritische grenswaarde te bepalen;
- **hoogveenbossen (H91D0)**: De topbodem van dit habitatype wordt voornamelijk gevoed door regenwater en wordt daardoor slechts in (zeer) beperkte mate direct beïnvloed door de kwaliteit van het oppervlaktewatersysteem. De bomen van wortels kunnen daarentegen wel beïnvloed worden door de P-concentraties in het water onder de kraggen dat behoorlijk sterk beïnvloed wordt door de kwaliteit van het oppervlaktewater. Er zijn echter geen streefwaarde bekend voor de totaal P-concentraties die in het oppervlaktewater mogen voorkomen. Er is dan ook gekozen om voor dit habitatype geen kritische grenswaarde te bepalen;
- **ruigten en zomen met moerasspirea (H6430A)**: Dit habitatype wordt niet gelimiteerd door P en wordt in het profieldocument omschreven als voedselrijk. Aangezien P niet een sturende rol lijkt te vervullen in dit habitatype, is er voor gekozen om voor dit habitatype geen kritische grenswaarde te bepalen;

Tabel 5.1 Streefwaarden voor de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater in (H3140 en H3150) of nabij habitattypen (alle andere habitattypen). De invloed van het oppervlaktewater is geclassificeerd op basis van een expertinschatting: ++ = aanwezig in het oppervlaktewater, + = veel invloed van het oppervlaktewater, +/- = soms invloed van oppervlaktewater, - = bijna nooit invloed van oppervlaktewater

	Invloed opp. water	Streefwaarde totaal P (ongefiltreerd) (mg/l)	Streefwaarde totaal P (gefiltreerd) (mg/l)
H3140: Kranswierwateren	++	0,04	-
H3150: Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	++	0,06	-
H7140A: Trilvenen	+	-	0,04
H7140B: Veenmosrietlanden	+/-	-	0,04
H6410: Blauwgraslanden	+	-	0,04
H7210: Galigaanmoerassen	+	-	0,04
H41010B: Vochtige heiden - Moerasheide	-	-	n.v.t.
H91D0: Hoogveenbossen	-	-	onbekend
H6430A: Ruigten en zomen met moerasspirea	+/-	-	n.v.t.

5.3 Conclusies

Op basis van een literatuuronderzoek zijn er streefwaarden voor de totaal P-concentratie bepaald voor het oppervlaktewater dat in of nabij verschillende aquatische en semi-terrestrische habitattypen in de Wieden en Weerribben voorkomt. Voor de aquatische habitattypen zijn twee streefwaarden bepaald, namelijk 0,04 mg P/l voor kranswierwateren (H3140) en 0,06 mg/l voor meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150). Hierbij is uitgegaan van de totaal P-concentratie in ongefiltreerde watermonsters. Voor de semi-terrestrische habitattypen die beïnvloed kunnen worden door de P-huishouding in het oppervlaktewater (trilvenen, veenmosrietlanden, blauwgraslanden en galigaanmoerassen) is één streefwaarde gekozen, namelijk 0,04 mg P/l. In tegenstelling tot de aquatische habitattypen gaat het hier om gefiltreerde watermonsters.

Door de streefwaarden te vergelijken met gemeten waardes wordt in hoofdstuk 6 bepaald waar er problemen met P zijn. Dit gebeurt dus op basis van de eerder genoemde streefwaarden voor kritische P-gehalten waarbij de habitattypen nog kunnen voorkomen. De zekerheid waarmee de grenswaarden zijn bepaald is te vergroten door nader onderzoek:

- **streefwaarde van het aquatische habitattypen H3150 (meren met krabbenscheer en fonteinkruiden) beter onderbouwen:** Er is gekozen voor een streefwaarde van 0,06 mg P/l, terwijl vanuit de praktijk bekend is dat krabbenscheer ook nog bij hogere concentraties kan voorkomen. Op basis van waarnemingen van Fons Smolders (onderzoekscentrum B-WARE) is echter besloten om de streefwaarde op 0,06 mg P/l te stellen, omdat bij hogere concentraties vermoedelijk geen ontkieming van krabbenscheer kan plaatsvinden. De grens van 0,06 mg P/l is dus niet gebaseerd op experimenten, maar op een expertinschatting;
- **streefwaarde van veenmosrietlanden (H7140B), blauwgraslanden (H6410) en galigaanmoerassen (H7210) beter onderbouwen:** Voor deze habitattypen zijn geen P-streefwaarden bekend voor het aangrenzende oppervlaktewater. Vooralsnog is er voor gekozen om de streefwaarde voor trilvenen over te nemen. Specifieke kritische grenswaarden voor deze habitattypen kunnen alleen worden bepaald op basis van nader uit te voeren onderzoek.

Tenslotte wordt er geadviseerd om bij de afwegingen voor de defosfateringsmaatregelen ook rekening te gaan houden met grenswaarden die bekend zijn voor de Ca-concentratie in het oppervlaktewater nabij verschillende habitattypen. Naast de verlaging van de P-belastingen is het namelijk van belang dat de maatregelen er niet toe leiden dat de basenaanvoer afneemt. In tegendeel, het verdient de voorkeur dat de basenaanvoer toeneemt. Om te schatten wat de effecten zullen zijn van veranderingen in de basenaanvoer is het van belang om ook beter inzicht te krijgen in de grenswaarden voor de Ca-concentraties in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben.

VERSCHIL TUSSEN DE HUIDIGE EN GEWENSTE TOESTAND IN DE BOEZEM

6.1 Aanpak

In dit hoofdstuk zijn de gemeten totaal P-concentraties in het oppervlaktewater van de boezem vergeleken met de streefwaarden voor totaal P van de verschillende habitattypen. Hieruit is afgeleid of de P-concentraties in de boezem een knelpunt vormen voor de diverse habitattypen.

In hoofdstuk 5 zijn twee streefwaarden afgeleid voor de aquatische habitattypen, en één streefwaarde voor de semi-terrestrische habitattypen die onder invloed staan van het oppervlaktewater (zie tabel 5.1). De streefwaarden voor de aquatische habitattypen zijn vergeleken met de zomergemiddelde totaal P-concentratie die het waterschap tussen 2005 en 2016 op 64 meetlocaties in de boezem heeft gemeten. Er is allen gebruik gemaakt van de zomergemiddelde concentraties, omdat de grenswaarden uit hoofdstuk 5 zijn opgesteld voor het voorjaar en de zomer wanneer de vegetatie vooral groeit. De P die in de winter binnenkomt (en gedeeltelijk achterblijft in de boezem) heeft zeer waarschijnlijk wel een effect op de ecologische ontwikkeling van het gebied. Deze winterinlaat, die in hoofdstukken 3 en 4 zijn behandeld, is in dit hoofdstuk echter niet meegenomen, omdat er geen grenswaarden bekend zijn voor de wintersituatie waardoor er geen vergelijking tussen gemeten winterconcentraties en grenswaarden gemaakt kan worden.

Voor de semi-terrestrische habitattypen is een streefwaarde afgeleid van 0,04 mg P/l. Dit betreft de totaal P-concentratie van gefilterd water (dus zonder algen en groot zwevend stof). De zomergemiddelde P-concentraties op 63 meetpunten in het haarvatennetwerk (kleine meertjes, petgaten en sloten) uit de dataset van Cusell *et al.* (2013) zijn met deze streefwaarde vergeleken. Deze meetpunten zijn bemonsterd tussen 2008 en 2010, waarbij de totaal P-concentraties zijn bepaald na filtratie.

6.2 Verschillen tussen huidige en gewenste P-concentraties in het oppervlaktewater

6.2.1 Aquatische habitattypen

Voor aquatische habitattypen zijn in hoofdstuk 5 twee streefwaarden afgeleid, namelijk 0,04 mg P/l (ongefiltreerd) voor kranswierwateren (H3140) en 0,06 mg P/l (ongefiltreerd) voor krabbenscheervegetaties (H3150). Het habitatype met krabbenscheer en fonteinkruiden is vrij algemeen aanwezig in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden (circa 180 ha) en de Weerribben (circa 120 ha). Het habitatype kranswierwateren komt veel minder voor in de boezem, waarbij vermeld moet worden dat de mooie kranswiervegetaties in kleine slootjes en greppels van de Wieden vanwege hun beperkte grootte niet onderdeel zijn van het habitatype. De kaart in afbeelding 6.1 toont de aanwezigheid van beide habitattypen in de boezem.

In totaal zijn er 14 meetpunten in de boezem die voldoen aan de streefwaarde voor kranswierwateren en 50 meetpunten die hier niet aan voldoen (tabel 6.1). De 14 meetpunten die voldoen, liggen in de haarvaten van de boezem (petgaten, kleine meren en sloten). Dit betekent niet dat alle relatief geïsoleerde locaties voldoen, want slechts circa 45 % voldoet hier aan de streefwaarde van 0,04 mg P/l. Vrijwel alle locaties die aan deze streefwaarde voldoen, liggen relatief ver van de grotere poldergemalen (zie afbeelding 6.1). In de Weerribben is op al deze locaties het habitatype met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150) aanwezig,

terwijl in de Wieden ook het habitattype met kranswieren (H3140) kan voorkomen. Het valt overigens op dat bekende locaties met kranswieren, zoals het Duinigermeer, de Zuideindigerwijde, en de Oosterlijke Belterwijde niet altijd aan de streefwaarde van kranswierwateren (van 0,04 mg P/l) voldoen (afbeelding 6.1). In het Zuideindigerwijde komt dit vermoedelijk doordat er alleen metingen uit de zomer van 2013 beschikbaar zijn. Dit was een zeer droge zomer met veel waterinlaat bij gemaal Stroink, wat geleid kan hebben tot de behoorlijk hoge P-concentraties op dat moment. Het is goed mogelijk dat de totaal P-concentratie op deze locatie in andere jaren (veel) lager is. Bij de Oosterlijke Belterwijde waar momenteel sterkranswier, breekbaar kransblad, puntdragend glanswier en waarschijnlijk brokkelig kranswier voorkomen (mondelinge mededeling van Dwight de Vries van het waterschap Drents Overijsselse Delta), die in 2008 niet voorkwamen waardoor het gebied niet is toegekend aan het habitattype kranswierwateren (H3140), is de totaal P-concentratie in de zomer net iets hoger dan de gebruikte grenswaarde, namelijk 0,045 mg/l.

Meer dan de helft van de meetpunten in de boezem voldoet aan de streefwaarde van 0,06 mg P/l voor het habitattype H3150 met krabbenscheer en fonteinkruiden (tabel 6.1). Naast de relatief geïsoleerde kleine meren, petgaten en sloten, waarin deze streefwaarde in circa 75 % van de locaties wordt bereikt, wordt ook in sommige kanalen en meren aan deze streefwaarde voldaan (circa 35 % van deze locaties). Uit afbeelding 6.1 blijkt dat vooral aan deze streefwaarde voldaan wordt op locaties die relatief ver verwijderd liggen van de grote inlaatpunten bij de diepe polders, die aan de oostzijde van de Wieden en Weerribben liggen.

Tabel 6.1 Het aantal meetpunten per watertype dat wel/niet voldoet aan de streefwaarden voor aquatische habitattypen

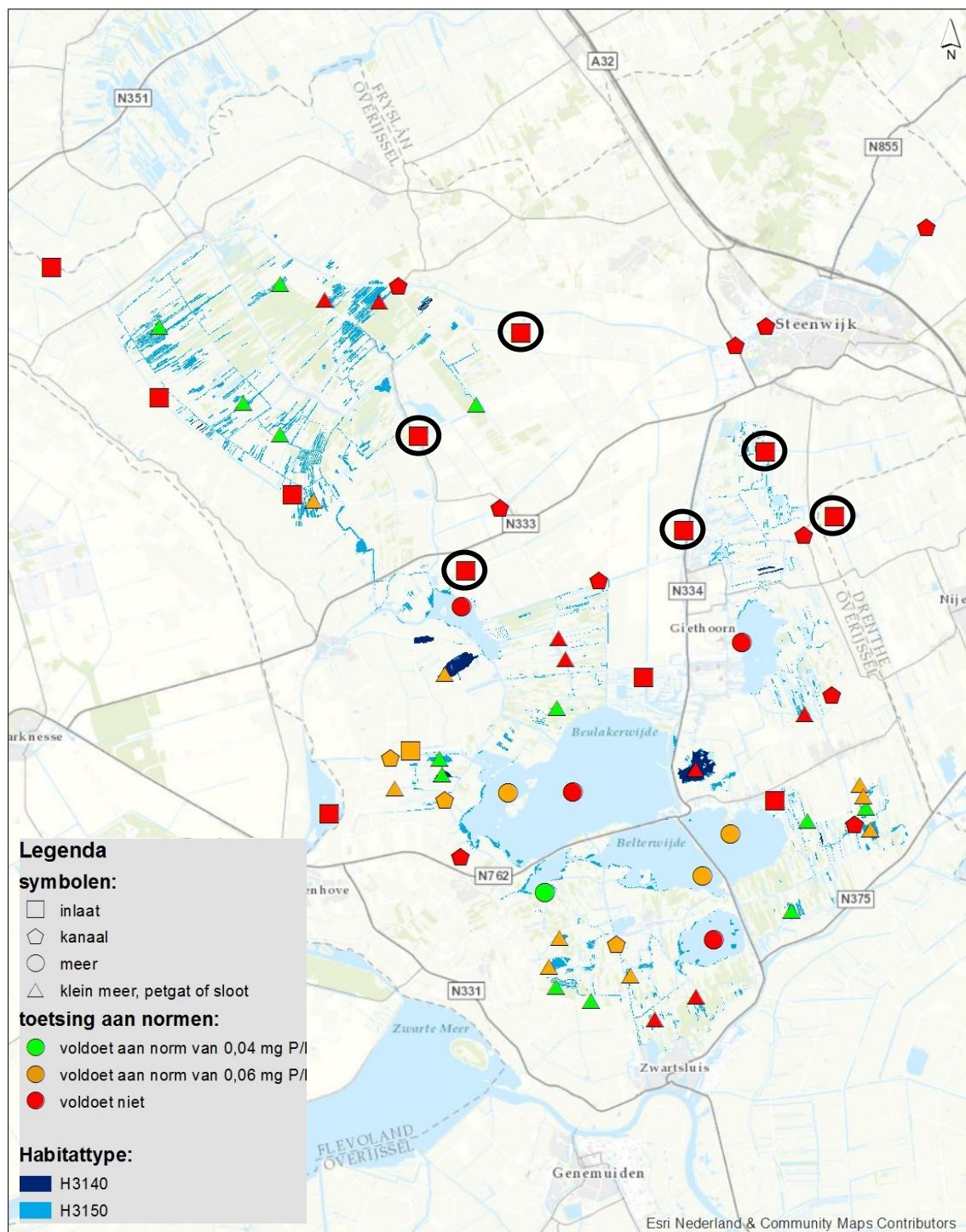
Watertype	Streefwaarde: 0,04 mg P/l (ongefiltreerd; H3140)		Streefwaarde: 0,06 mg P/l (ongefiltreerd; H3150)	
	voldoet (n)	voldoet niet (n)	voldoet (n)	voldoet niet (n)
poldergemaal	0	13	1	12
kanaal	0	13	3	10
meer	1	7	4	4
klein meer	3	6	8	1
petgat	8	8	10	6
sloot	2	3	4	1
TOTAAL	14	37	29	22

6.2.2 Semi-terrestrische habitattypen

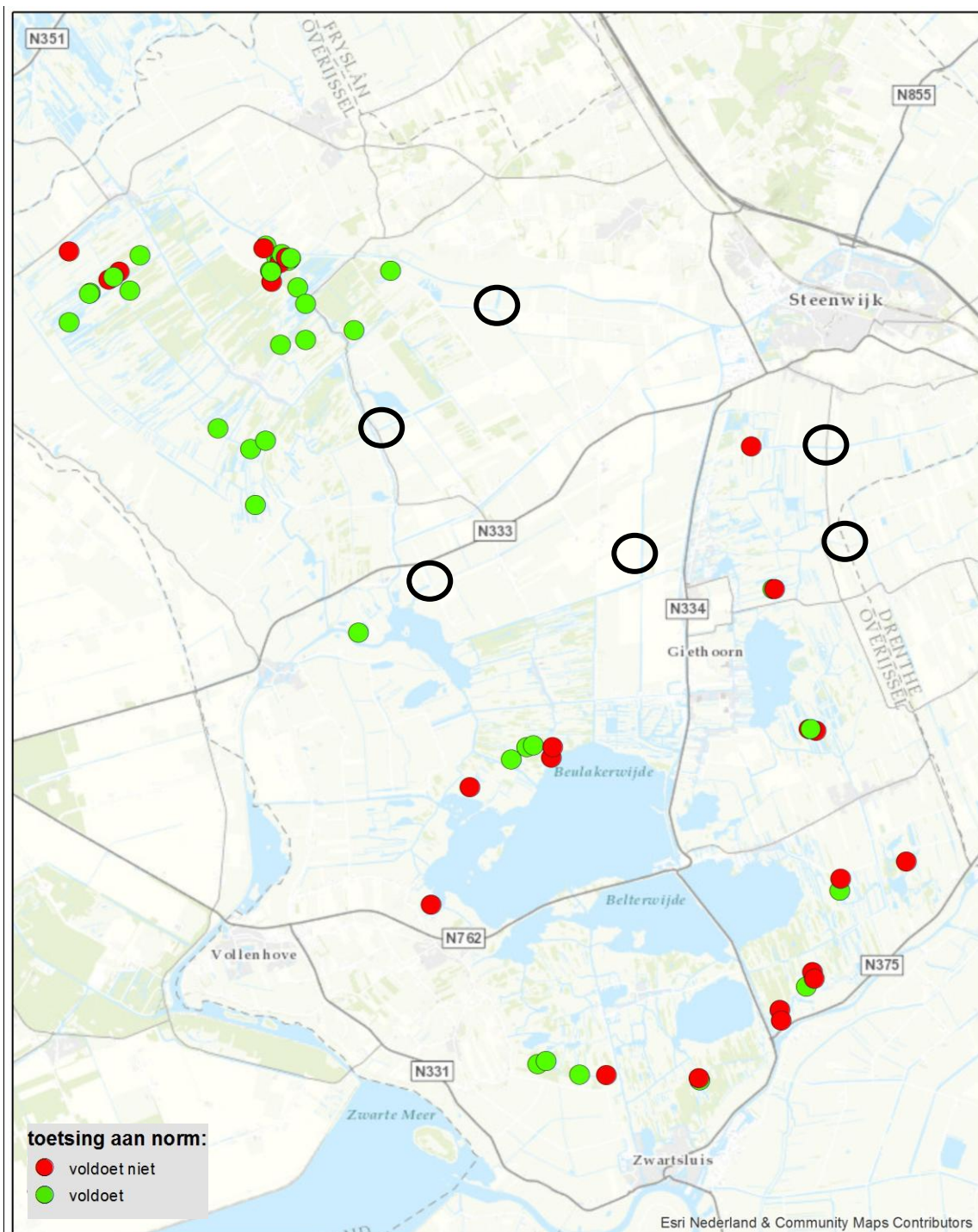
Voor de semi-terrestrische habitattypen is in hoofdstuk 5 één streefwaarde afgeleid van 0,04 mg P/l (gefiltreerd). Deze streefwaarde is gesteld voor trilvenen (H7140A), veenmosrietlanden (H7140B), blauwgraslanden (H6410) en galigaanmoerassen (H7210). Vooral de veenmosrietlanden komen algemeen voor in de Wieden (circa 445 ha) en de Weerribben (circa 275 ha). Trilvenen komen veel minder voor (in totaal ruim 50 ha), terwijl blauwgraslanden en galigaanmoerassen nog minder voorkomen.

Circa 60 % van alle meetpunten die in de zomer van 2010 zijn opgenomen door Cusell *et al.* (2013) in de relatief geïsoleerde delen van de boezem voldoet aan de gestelde streefwaarde voor semi-terrestrische habitattypen (tabel 6.2 en afbeelding 6.2). Hierbij dient aangemerkt te worden dat het om gefiltreerde watermonsters gaat: in ongefiltreerde vorm zouden mogelijk meer petgaten niet voldoen aan de gestelde streefwaarde. Op de kaart in afbeelding 6.2 is te zien dat de meetpunten die niet aan de ongefiltreerde streefwaarde voldoen verspreid door de Wieden voorkomen en in de Weerribben vooral in het noorden te vinden zijn. Zowel in de Wieden als in het noorden van de Weerribben liggen de petgaten die niet voldoen aan de streefwaarde vaak vlak naast petgaten die wel voldoen. Een duidelijk verband met de nabijheid van specifieke poldergemalen kan op basis van deze gegevens niet worden aangetoond.

Abbeelding 6.1 Toetsing van zomergemiddelde ongefiltreerde totaal P-concentratie (gemeten door het waterschap Drents Overijsselse Delta in de periode 2005 - 2016) aan de streefwaarden van aquatische habitattypen. De poldergemalen die verantwoordelijk zijn voor de grootste waterdebieten en P-belastingen zijn zwart omcirkeld (Giethoorn, Broammeule, Wetering, Gelderingen, Halfweg en Auker)



Abbeelding 6.2 Toetsing van zomergemiddelde totaal P-concentratie (gefiltreerd gemeten door Cusell *et al.* 2013 in 2010) aan de streefwaarden van semi-terrestrische habitattypen. De poldergemalen die verantwoordelijk zijn voor de grootste waterdebieten en P-belastingen zijn zwart omcirkeld (Giethoorn, Broammeule, Wetering, Gelderingen, Halfweg en Auken)



Tabel 6.2 Aantal meetpunten dat wel/niet voldoet aan de streefwaarde (0,04 mg P/l; gefiltreerd) voor semi-terrestrische habitattypen

Watertype	Voldoet (n)	Voldoet niet (n)
klein meer	2	0
petgat	33	22
sloot	5	1
TOTAAL	40	23

6.3 Locaties met een overschrijding van de streefwaarde

Met behulp fractieanalyses uit een conservatief stromingsmodel voor oppervlaktewatersystemen kan worden bepaald wat de bronnen van water en P zijn op specifieke locaties in de boezem. De fractieverdelingen zou je kunnen gebruiken om een beter beeld te krijgen van het belang van de verschillende P-bronnen in verschillende delen van de boezem, die zich ecologisch gezien goed dan wel slecht ontwikkelen. Torenbeek (2008) en de Lange (2011) hebben dit eerder al voor circa 25 locaties in de boezem gedaan. Deze gegevens zijn echter bewust niet meegenomen in de voorliggende rapportage, omdat er twijfels zijn over de betrouwbaarheid van het gebruikte SOBEK-model (zie onderstaande kader).

Twijfels over eerder gebruikte SOBEK-modellen

Bij het opstellen van het SOBEK-model van noordwest Overijssel is een aantal belangrijke stappen niet doorlopen, waardoor de betrouwbaarheid van de resultaten niet goed is te bepalen:

- voor zo ver bekend is het model alleen gekalibreerd voor een afvoersituatie (winterperiode). Daardoor is het onzeker of het model een correct stromingsbeeld geeft voor een aanvoersituatie (zomerperiode);
- voor zo ver bekend is het model alleen gekalibreerd op basis van waterstanden en niet op basis van Cl-concentraties en inlaathoeveelheden bij de verschillende grote bronnen;
- de beperkte validatie is alleen uitgevoerd voor een 'extreem' jaar met een hele droge zomerperiode, namelijk 2003;
- de totaal P-concentratie in het water dat via de poldergemalen wordt ingelaten was onbekend en is in het model noodgedwongen ingeschat;
- de retentiefactor voor P (die in een conservatief model als SOBEK bepaald hoe snel P naar de waterbodem wordt afgevoerd) is niet gevalideerd op basis van meetgegevens.

Uit de verschillende globale water- en stofbalansen van de boezem (van Berkum 2000; Arcadis 2004a, 2008; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013) blijkt dat slechts een paar poldergemalen voor het grootste gedeelte van de water- en P-aanvoer verantwoordelijk zijn. Het gaat om de diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg, en de ondiepe polders bij de gemalen Broammeule en Eesveen, die tezamen met de Steenwijker Aa verantwoordelijk zijn voor circa 80 % van de totale P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel. Het is de vraag of reductie van de P-belasting vanuit deze bronnen daadwerkelijk leidt tot voldoende daling van het P-gehalte op locaties met P-gevoelige habitattypen. Om deze vraag te kunnen beantwoorden is eigenlijk meer locatiespecifieke informatie nodig over het gedrag en de verspreiding van P in de boezem, waarbij herkomstanalyses en fractieverdelingen een cruciale rol kunnen spelen. Hoewel deze gewenste informatie over de verspreiding en retentie van P in de boezem nog ontbreekt, zijn er verschillende kwalitatieve aanwijzingen die aantonen dat er een probleem met P is in de boezem:

- **locaties die voldoen aan de aquatische streefwaarden liggen relatief ver van de grootste P-bronnen:** We weten dat niet elke bron overal terecht komt en dat de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater door het gebied verschillen. Zo blijkt uit afbeelding 6.1 dat in vrijwel alle meren en grote kanalen (het hoofdwatersysteem) niet wordt voldaan aan de aquatische streefwaarden, terwijl sommige meetlocaties in het haarvatensysteem wel aan deze streefwaarden voldoen. Deze locaties liggen vrijwel allemaal relatief ver van de grotere poldergemalen;
- **kwaliteit van grote meren in de Wieden is veelal nog onvoldoende:** Ondanks een stevige daling van de totaal P-concentraties in de grote meren tussen circa 1980 en 2000 (o.a. de Vries 2011), voldoen vrijwel

alle grote meren van de Wieden nog niet aan de gewenste aquatische streefwaarden voor P die in dit rapport zijn vastgesteld (afbeelding 6.1). Ook de biologische toestand is in de meeste van deze meren nog steeds onvoldoende. In veel van de grote meren komt de onderwatervegetatie nog niet goed tot ontwikkeling. De Oostelijke Belterwijde vormt de laatste jaren een zeer positieve uitzondering en ook in de Beulakerwijde lijken recent goede ontwikkelingen op te treden omtrent het doorzicht en de totaal P-concentraties in het oppervlaktewater (mondelinge mededeling van waterschap Drents Overijsselse Delta). Voor veel van de andere grote meren geldt dat de externe P-belasting vermoedelijk nog te hoog is. Arcadis (2012) heeft dit proberen aan te tonen, maar is daarbij onterecht uitgegaan van een algemene kritische P-belasting van 0,2 g/m²/jaar voor alle meren, terwijl deze grens per meer zal verschillen in afhankelijkheid van de specifieke condities en afmetingen van het meer (Jaarsma *et al.* 2008);

- **circa 50 % van de petgaten voldoet niet aan de gewenste streefwaarden voor P:** Ondanks de zelffilterende werking van de boezem in zowel de winter als de zomer (zie paragraaf 4.2) en de vermoedelijk beperkte aanvoer van nutriënten naar het haarvatensysteem tijdens natte periodes (wanneer de P-aanvoer vanuit de polders het grootst is), wordt in behoorlijk wat van de bemonsterde petgaten niet voldaan aan de gewenste P-streefwaarden (circa 50 %). Daarbij dient wel gezegd te worden dat dus in de andere 50 % van de petgaten wel wordt voldaan aan de gestelde streefwaarde;
- **biologische toestand is in veel petgaten nog onvoldoende:** Uit de vegetatiekarteringen die zijn uitgevoerd tussen 2007 en 2010 blijkt dat toen 30 - 40 % van de petgaten was gevuld met krabbenscheer, al dan niet met verdere verlanding van moerasvaren en smalle lisdodde, (ondertussen is dat vermoedelijk wel al meer). De ecologische toestand in de andere petgaten voldeed nog niet aan het gewenste streefbeeld (Cusell *et al.* 2013). Verder blijkt dat petgaten die toen gedomineerd werden door de eutrofe soort smalle waterpest voornamelijk aan de oostzijde van de boezem voorkomen (relatief dicht in de buurt van de grotere poldergemalen), terwijl de gewenste soort krabbenscheer en ook de verlandingsvegetaties juist wat meer aan de westzijde (op locaties relatief ver van de grotere poldergemalen) voorkwamen (Cusell *et al.* 2013);
- **N/P-ratios in krabbenscheer- en verlandingsvegetaties lijken niet hoog genoeg:** De N/P-ratio in het bladweefsel van krabbenscheer- en verlandingsvegetaties ligt tussen de 8 en 12 g/kg ds. Bij terrestrische soorten zouden dergelijke N/P-ratios in het bladweefsel duiden op relatieve N-limitatie (Koerselman & Meuleman 1996; Olde Venterink *et al.* 2003; Güsewell 2004). Dit doet vermoeden dat er geen sprake is van P-limiterende condities in deze potentiële voorlopers van trilvenen, terwijl die trilvenen zelf vrijwel altijd wel P gelimiteerd zijn in de Nederlandse situatie (Cusell *et al.* 2013).

Bovenstaande argumenten tonen aan dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater in behoorlijk grote delen van de Wieden en Weerribben nog te hoog is om aldaar een ecologische toestand te bereiken die voldoet aan de ecologische doelen die zijn vastgesteld voor het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben. Door het ontbreken van een gedegen herkomstanalyse kan de oorzaak van deze verhoogde P-concentraties in de Wieden en Weerribben nog niet onomstotelijk bewezen worden, maar de kans is zeer groot dat de externe P-belastingen vanuit de grootste poldergemalen en de Steenwijker Aa hierbij een belangrijke rol spelen. Naast de te hoge P-concentraties zijn er ook andere knelpunten die het bereiken van de ecologische doelen in de weg kunnen staan, zoals onvoldoende aanvoer van basen en atmosferische stikstofdepositie (zie paragraaf 2.3). Hoe groot de invloed van deze factoren is, weten we thans niet precies. Op basis van de huidige kennis kan echter met zekerheid worden gesteld dat het verlagen van de P-concentraties een noodzakelijke stap is voor het bereiken van ecologische doelen in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben.

6.4 Conclusies

De volgende argumenten doen sterk vermoeden dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater in behoorlijk grote delen van de Wieden en Weerribben nog te hoog is om aldaar een ecologische toestand te bereiken die voldoet aan de ecologische doelen die zijn vastgesteld voor het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben:

- locaties die voldoen aan de aquatische streefwaarden liggen relatief ver van de grootste P-bronnen;
- de kwaliteit van grote meren in de Wieden is veelal nog onvoldoende;
- 40 tot 50 % van de petgaten in de boezem voldoet niet aan de gewenste streefwaarden voor P;
- de biologische toestand is in veel petgaten nog onvoldoende;
- de N/P-ratios in krabbenscheer- en verlandingsvegetaties lijken niet hoog genoeg.

De grootste bronnen van P zijn de poldergemalen (de diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg, en de ondiepe polders bij de gemalen Broammeule en Eesveen) en de Steenwijker Aa.

Een nadere onderbouwing voor de kwantiteit van het omlaag brengen van de P-concentraties bij de habitats is mogelijk op basis van aanvullende werkzaamheden. Er wordt gedacht aan de volgende werkstappen:

- **herkomstanalyse voor P- en Ca-belastingen in de boezem:** Om beter te kunnen bepalen welke P-bronnen hoeveel omlaag zouden moeten, dienen we beter inzicht te krijgen in de verdeling van het water en het P en de basen (Ca) door de boezem op verschillende momenten in het jaar. Het is duidelijk dat de P- en basenbelasting door allerlei verdunnings-, stromings- en filteringsprocessen verschilt tussen locaties in de boezem van noordwest Overijssel (o.a. van Wirdum 1991; Cusell *et al.* 2013), maar hoe dit precies in elkaar zit is nog onduidelijk. Om hier beter inzicht in te krijgen, wordt de volgende aanpak voorgesteld, waarbij na stap 1 beslist kan worden of de volgende stap nog noodzakelijk is:
 - **stap 1 - Herkomstanalyse:** Met behulp van een conservatief stromingsmodel (bijvoorbeeld SOBEK) dat goed gevalideerd en gekalibreerd is (wat voor zo ver bekend momenteel nog niet het geval is), worden fractieverdelingen opgesteld voor verscheidene gradiënten tussen poldergemalen en haarvatsystemen, voor zowel goed als slecht functionerende haarvaten. Deze fractieverdelingen geven nauwkeurig inzicht in de aanwezigheid van verschillende bronnen op de verschillende locaties in de boezem. Voor de validatie en kalibratie kan gebruik worden gemaakt van de data die reeds beschikbaar is. Er wordt aangeraden om deze dataset uit te breiden met nieuwe meetgegevens van de oppervlaktewaterkwaliteit die verzameld worden langs de bewuste gradiënten, zodat tevens op basis van meetgegevens bepaald kan worden hoe de bronnen zich verspreiden door de boezem van noordwest Overijssel. Hiervoor dienen in ieder geval de Cl, Ca en P-concentraties in het oppervlaktewater te worden gemeten over de gradiënten;
 - **stap 2 - Lokale P-belastingen met P-retenties:** Een fractieverdeling geeft een goed beeld van het belang van verschillende bronnen door de boezem heen, maar geeft geen beeld van de lokale P- en basen (Ca)-belastingen. Aangezien de ecologische toestand in aquatische systemen wordt bepaald door de P-belasting in mg/m²/dag in plaats van door de P-concentratie in mg/l (Scheffer 1998; Janse 2005; Jaarsma *et al.* 2008), is het zinvol om ook inzicht te krijgen in de lokale belastingen. In eerste instantie zou de ruimtelijke heterogeniteit in P- en Ca-belastingen vrij gemakkelijk in beeld gebracht kunnen worden door aan een goed gevalideerd en gekalibreerd stromingsmodel (wat volgt uit stap 1) een retentiefactor voor P en Ca toe te voegen. Deze retentiefactor bootst de filterings- en neerslagprocessen na, oftewel hij bepaalt hoe snel P en Ca uit de waterkolom gefilterd wordt. Door reeds aanwezige meetgegevens van P en Ca aan te vullen met gradiëntmetingen van P en Ca in het oppervlaktewatersysteem (zie stap 1) kan de retentiefactor voor verschillende delen van de boezem worden bepaald. Op deze manier kan nagebootst worden dat P relatief snel uit het oppervlaktewater verdwijnt nabij poldergemalen (als gevolg van neerslag van colloïdale Al- en Fe-fosfaten) en verder in het gebied langzamer wordt uitgefilterd door biologische opnameprocessen. Na het vaststellen van de retentiefactoren, wat vrij eenvoudig kan worden gedaan als de meetgegevens beschikbaar zijn, kan van verschillende mogelijke maatregelen worden bepaald wat het effect op de belastingen in het gebied is.
- **belastingen en kritische belastingen bepalen:** Op basis van de huidige literatuur kon alleen een vergelijking gemaakt worden tussen de waargenomen P-concentraties en de streefconcentraties, terwijl de ecologische toestand in aquatische systemen wordt bepaald door de P-belasting in mg/m²/dag in plaats van door de P-concentratie in mg/l (Scheffer 1998; Janse 2005; Jaarsma *et al.* 2008). Door de belastingen in verschillende gebiedsdelen (die volgen uit bovenstaande stap 2 voor bijvoorbeeld verschillende petgaten, kleine en grote meren in het gebied) te vergelijken met de kritische belastingen uit PCLake kunnen de mogelijkheden en noodzaak voor verschillende typen maatregelen beter worden onderbouwd. PCLake is een voedselwebmodel waarin op basis van voedselwebrelaties wordt berekend welke ecologische toestand ontstaat bij een bepaalde inlaat/belasting van nutriënten. Met behulp van dit model kan de kritische belasting van watersystemen worden ingeschat en kan worden bepaald hoeveel

de externe P-belasting nog zal moeten afnemen om in een bepaald gebied tot de gewenste condities te komen voor goed ontwikkelde onderwatervegetaties. Tevens kan op basis van dit model worden ingeschat wat de effecten zijn van interne maatregelen, als verdiepen en actief visstandbeheer, op het ecologisch functioneren. Interne maatregelen kunnen er onder de juiste condities namelijk voor zorgen dat de externe P-belasting minder ver verlaagd hoeft te worden dan men op basis van de huidige P-concentraties zou denken. Dergelijke maatregelen kunnen het systeem namelijk in een nieuwe ecologische toestand laten klappen met een ander voedselweb dat meer P in het systeem opslaat, waardoor de P-concentraties in het oppervlaktewater kunnen afnemen;

- **betere duiding van biologische toestand in afhankelijkheid van de P- en basenhuishouding:** In de uitgevoerde analyse met streefwaarden is geen rekening gehouden met de 1-op-1 link tussen de biologische toestand (welke soort/leefgebied/habitattype komt waar voor, en met welke kwaliteit?) en de biogeochemische toestand (welke P- en Ca-concentratie of P- en Ca-belasting komt op die locatie voor?). Door de biologische en biogeochemische toestand op veel verschillende plekken in de boezem aan elkaar te koppelen, kan in een systeemanalyse beter geduid worden wat het effect van bepaalde P- en Ca-concentraties, P- en Ca-belastingen en P- en Ca-bronnen is op het functioneren van het systeem en de verschillen die zullen optreden tussen de deelgebieden.

EFFECTEN VAN MAATREGELLEN

De PAS-gebiedsanalyse en het Natura2000-beheerplan (Provincie Overijssel 2015,2016) geven aan dat vermindering van de externe belasting met fosfaat een belangrijke stap is om de waterkwaliteit in de Wieden te verbeteren. Hoewel duidelijk is dat enkele bronnen voor verreweg de grootste P-belasting zorgen, leidt het huidige gebrek aan systeembegrip er toe dat het erg lastig is om per bron aan te geven welke maatregelen effectief zullen zijn. Vooralsnog kunnen de ecologische effecten nog niet nauwkeurig worden ingeschat. Laat staan dat de kosten bepaald kunnen worden. Om dit te kunnen doen, moet duidelijker zijn welke P-bron waar een effect heeft en hoeveel de P-belasting vanuit die bron moet afnemen om wel de gewenste ecologische ontwikkeling in dat gedeelte van de boezem te krijgen. Ondanks deze beperkingen is het wel mogelijk om een kwalitatieve beschrijving te geven van de effecten van verschillende maatregelen. Zo kunnen de globale effecten op de totale P- en Ca-belasting en de neveneffecten worden ingeschat.

In dit hoofdstuk worden maatregelen beschreven die direct invloed kunnen hebben op de externe P-belasting van de boezem (zogenaamde bronmaatregelen). De interne maatregel baggeren is niet uitgewerkt, omdat uit eerder onderzoek blijkt dat vrijwel overal in de boezem P goed gebonden wordt in de onderwaterbodems. Daardoor vindt relatief weinig P-nalevering plaats vanuit de waterbodem naar het oppervlaktewater (Cusell et al. 2013) en kan van baggeren dus geen structureel gebiedsbreed effect op de waterkwaliteit worden verwacht. Naast het uitwerken van bronmaatregelen is het zinvol om te kijken naar het mogelijke effect van aanvullende interne maatregelen zoals effectief visstandsbeheer en het vergroten van de waterdiepte in delen van meren. In de praktijk is gebleken dat in een meer of watergang waar deze maatregelen worden uitgevoerd, meer waterplanten kunnen gaan groeien, op voorwaarde dat de externe P-belasting laag genoeg is (o.a. Jaarsma *et al.* 2008). De toename van waterplanten zorgt er vervolgens voor dat zich ter plaatse een aquatisch voedselweb ontwikkelt dat meer P opslaat, waardoor de P-concentraties in het oppervlaktewater kunnen dalen. Dit is bijvoorbeeld waargenomen na actief visstandbeheer in het Duinigermeer (Witteveen+Bos 1995; van Berkum et al. 1995; Riegman 2007). Het is echter niet te verwachten dat alleen met het nemen van interne maatregelen tot de gewenste P-concentraties voor ontwikkeling van trilvenen kan worden gekomen in grote delen van de boezem. Interne maatregelen kunnen er misschien wel voor zorgen dat de externe P-belasting minder ver omlaag hoeft om gebiedsbrede ontwikkeling van de gewenste habitattypen mogelijk te maken.

De volgende potentiële bronmaatregelen zijn uiteindelijk in dit hoofdstuk beschreven op hun globale effecten, waarbij de effecten zo veel mogelijk zijn beschreven op basis van bestaande literatuur en kennis:

- 1 niets doen (autonome ontwikkeling)
- 2 flexibeler peilbeheer
- 3 aankoppelen Linde
- 4 aankoppelen Meppelerdiep
- 5 omleiden Steenwijker Aa
- 6 polders afkoppelen
- 7 permanent extensief graslandgebruik in landbouwgebieden
- 8 natuurlijk defosfateren in kwelpolders
- 9 phoslock toedienen in polders
- 10 chemisch defosfateren polderwater
- 11 waterharmonica
- 12 biocascade

Voor maatregelen 6 tot en met 12 geldt dat ze uitgevoerd dienen te worden in of nabij de P-bronnen (de polders). Zoals reeds aangegeven, is nog niet te zeggen welke bronnen verminderd dienen te worden om de gewenste ecologische ontwikkeling in de boezem te krijgen. Ook is niet bekend hoeveel die bronnen verlaagd dienen te worden. Uit eerdere studies (van Berkum 2000; Arcadis 2004a; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013) blijkt echter wel dat een gering aantal bronnen de meeste aandacht verdient, namelijk de grote poldergemalen (de diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg, en de ondiepe polders bij de gemalen Broammeule en Eesveen) en de Steenwijker Aa (zie tabel 7.1).

Tabel 7.1 Gemiddelde debieten en P-belastingen vanuit de grootste P-bronnen van de boezem op basis van Cusell *et al.* (2013). In deze tabel zijn niet alle poldergemalen opgenomen: alleen de grootste bronnen staan hier genoemd

P-bron	Debiet (m ³ /jaar)	P-belasting (kmol/jaar)	P-belasting (% t.o.v. totaal)
Vrije afwatering via de Steenwijker Aa	37,8 x 10 ⁶	199	20
Polder Giethoorn	15,9 x 10 ⁶	121	12
Polder Broammeule	18,5 x 10 ⁶	116	12
Polder Wetering	13,4 x 10 ⁶	93	9
Polder Gelderingen	12,2 x 10 ⁶	78	8
Polder Halfweg	9,2 x 10 ⁶	72	7
Polder Auken	6,7 x 10 ⁶	45	5
Polder Eesveen	5,1 x 10 ⁶	43	4

7.1 Beschrijving en effecten van de maatregelen

7.1.1 Niets doen (autonome ontwikkeling)

Beschrijving: In dit scenario wordt er vanuit gegaan dat er naast de reeds voorgenomen maatregelen (zie paragraaf 4.5) geen aanvullende maatregelen worden uitgevoerd. Het gaat dus om de autonome ontwikkeling van de boezem.

Effect op P-belasting: Uit paragraaf 4.5 blijkt dat de autonome ontwikkeling er vermoedelijk toe leidt dat de P-belasting zeer licht zal afnemen (met slechts enkele procenten). De afname is dusdanig beperkt dat we uitgaan van een gelijkblijvende belasting.

Effect op Ca-belasting: De al geplande maatregelen hebben vermoedelijk (vrijwel) geen effect op de Ca-aanvoer. De waterstromen naar de boezem zullen namelijk niet substantieel veranderen.

Neveneffecten: Er worden geen neveneffecten verwacht.

Effectiviteit: Aangezien de P-belasting een probleem vormt voor de ecologische ontwikkeling van de Wieden en Weerribben, zullen de ecologische doelen vermoedelijk niet allemaal gehaald worden als voor dit scenario wordt gekozen.

7.1.2 Flexibeler peilbeheer

Beschrijving: Een flexibeler waterpeil zorgt er in principe voor dat er tijdens droge periodes minder water hoeft te worden ingelaten bijemaal Stroink. In eerdere studies is het effect van de invoering van een beperkt flexibel peilbeheer bekeken, waarbij kortdurende peilverlagingen en -verhogingen van circa 10 cm worden toegestaan ten opzichte van het huidige peilregime.

Effect op P-belasting: De invoering van een flexibeler peilbeheer heeft vermoedelijk weinig invloed op het waterdebiet, de stroomrichting van het oppervlaktewater en de P-belasting in de boezem (Cusell *et al.* 2013). De belasting vanuitemaal Stroink zal tijdens droge periodes wel wat afnemen, maar dit vormt slechts een klein gedeelte van de huidige totale jaarlijkse P-belasting (rond de 1 %; o.a. Cusell *et al.* 2013). Momenteel is er in sommige jaren al geen sprake van een belasting vanuitemaal Stroink, omdat er dan helemaal geen

water hoeft te worden ingelaten voor het peilbeheer. In extreem droge zomers is de inlaat van water bij gemaal Stroink echter wel aanzienlijk: in 2003 was dit bijvoorbeeld 16 % van de zomergemiddelde P-belasting (Arcadis 2004a, 2004c).

Effect op Ca-belasting: Ook de Ca-belasting zal bij de invoering van een flexibeler peilbeheer vrijwel niet beïnvloed worden.

Neveneffecten: Peildalingen in droge zomers kunnen effect hebben op woningen wanneer houten funderingspalen droogvallen. Peildalingen kunnen ook nadelig zijn voor de ecologische ontwikkeling van het gebied. Hoewel een peildaling gunstig kan zijn voor de vestiging van helofyten, zoals riet en biezten (o.a. Sarneel 2010; Sarneel *et al.* 2012), pakken peildalingen vermoedelijk negatief uit voor verdrogingsgevoelige habitattypen zoals trilvenen (Cusell *et al.* 2013; Cusell 2014; Mettrop *et al.* 2014).

Effectiviteit: De invoering van een flexibeler peilbeheer zal weinig invloed hebben op de P-belastingen in de boezem van noordwest Overijssel, terwijl eventuele peildalingen wel een negatief effect kunnen hebben op verdrogingsgevoelige habitattypen als trilvenen.

7.1.3 Aankoppelen Linde

Beschrijving: Het doel van dit scenario is om de basenbelasting in de Weerribben te verhogen door water vanuit de Linde het gebied in te laten. Dit kan worden bewerkstelligd door de bij de Driewegsluis nabij Nijetrijne wel water uit de Linde door te laten richting Ossenzijl en de Weerribben, maar geen water vanuit de Friese boezem door te laten. De Lange (2011) laat zien dat in een dergelijk scenario het waterdebiet door de Weerribben sterk toeneemt (met water uit de Linde) in de winter en het voorjaar. Het is overigens van belang om te noemen dat dit scenario duidelijk verschilt van de toestand in de tweede helft van de vorige eeuw (voor 1996), toen er bij de Driewegsluis water uit de Friese boezem werd ingelaten om het waterpeil in de boezem op peil te houden tijdens periodes met een langdurig neerslagtekort in de zomer. In het voorliggende scenario wordt er geen water uit de Friese boezem ingelaten maar uit de Linde. Het gaat daarbij om veel meer inlaatwater uit de Linde dan gedurende de tweede helft van de vorige eeuw (voor 1996) werd ingelaten uit de Friese boezem. De situatie lijkt vermoedelijk meer op de situatie zoals die in het verre verleden is geweest, toen de Linde in zijn geheel door de Weerribben afwaterde in de richting van de toenmalige Zuiderzee (Kiwa Water Research & ECG 2007b).

Effect op P-belasting: De totale P-belasting in de boezem zal toenemen, waarbij vooral een stijging van de belastingen zal optreden in de Weerribben. Dit was ook de reden waarom de Linde in 1996 van de boezem is afgekoppeld (Groeneweg & van Wirdum 2004). Vermoedelijk is de waterkwaliteit in de Linde ondertussen wel verbeterd ten opzichte van begin jaren '90 van de vorige eeuw, maar het is vooralsnog onduidelijk hoe de P-belasting van de boezem precies zal veranderen als de Linde in open verbinding komt te staan met de boezem doordat goede metingen van waterkwaliteit in de Linde ontbreken (de Lange 2011). In ieder geval zal het tot een ongewenste stijging van de P-belasting leiden.

Effect op Ca-belasting: Door het aansluiten van de Linde op de boezem zullen de Ca-belastingen in de Weerribben sterk toenemen (de Lange 2011; Cusell *et al.* 2011). Dit is in overeenstemming met Groeneweg en van Wirdum (2004) die een significante afname van de Ca-aanvoer van de boezem waarnamen als gevolg van de ontkoppeling van de Linde in 1996.

Neveneffecten: Naast de hierboven genoemde ecologische effecten worden er geen substantiële neveneffecten verwacht.

Effectiviteit: Op dit moment is het niet effectief om de Linde wederom op de boezem aan te sluiten, omdat dit zeer waarschijnlijk zal leiden tot een verhoogde P-belasting en dus tot een verslechterde waterkwaliteit in de Weerribben (de Lange 2011; Cusell *et al.* 2013). Als de waterkwaliteit in de Linde in de toekomst verbeterd, dan kan het aankoppelen van de Linde overigens wel een goede hydrologische maatregel zijn waarbij de Weerribben weer een grotere aanvoer van basenrijk water krijgt (Cusell *et al.* 2013).

7.1.4 Aankoppelen Meppelerdiep

Beschrijving: Het doel van dit scenario is om de basenbelasting in de Wieden te verhogen door water vanuit het Meppelerdiep in te laten. Dit kan worden bewerkstelligd door bij de Beukerssluis water uit het Meppelerdiep in te laten.

Effect op P-belasting: De totale P-belasting in de boezem zal toenemen. Hoewel de gevolgen van een dergelijke inlaat op de P-belasting in de boezem nog niet zijn doorgerekend, zal de stijging van de belastingen vooral optreden in de Wieden. Vermoedelijk gaat het om een flinke stijging, maar dit zal moeten worden doorgerekend met een goed gekalibreerd stromingsmodel. Hoewel de totaal P-concentraties in het Meppelerdiep zijn afgenomen in de afgelopen 25 jaar van circa 0,25 mg P/l in het groeiseizoen rond 1990 naar 0,16 mg P/l in de huidige groeiseizoenen, zijn de totaal P-concentraties nog steeds hoog vergeleken met de concentraties die nu in de boezem van noordwest Overijssel voorkomen. Dit was ook de reden waarom het Meppelerdiep tussen 1972 en 1974 is afgekoppeld van de boezem (van Wirdum 1991).

Effect op Ca-belasting: Het effect van het aansluiten van het Meppelerdiep op de Ca-belastingen is niet eerder bepaald. Vermoedelijk leidt het tot een toename van de Ca-belastingen in de Wieden, maar dit dient te worden doorgerekend met een goed gekalibreerd stromingsmodel. Er kan dan ook onderscheid worden gemaakt tussen verschillende onderdelen van de boezem.

Neveneffecten: Naast de hierboven genoemde ecologische effecten worden er geen substantiële neveneffecten verwacht.

Effectiviteit: Op dit moment is het niet effectief om het Meppelerdiep wederom aan te sluiten op de boezem van noordwest Overijssel, omdat dit zeer waarschijnlijk zal leiden tot een (sterk) verhoogde P-belasting en dus tot een verslechterde waterkwaliteit. Als de waterkwaliteit in het Meppelerdiep in de toekomst verbeterd, dan kan het aankoppelen van het Meppelerdiep overigens wel een goede hydrologische maatregel zijn waarbij vooral de Wieden weer een grotere aanvoer van basenrijk water zal krijgen.

7.1.5 Omleiden Steenwijker Aa

Beschrijving: In dit scenario wordt de aanvoer vanuit de Steenwijker Aa naar de Wieden afgesloten door het Steenwijkerdiep en het kanaal Beukers-Steenwijk af te koppelen van de Steenwijker Aa. Hierdoor zal al het water uit de Steenwijker Aa naar de noordzijde van de Weerribben worden geleid (de Lange 2011).

Effect op P-belasting: Tussen november en juni zal de Weerribben meer te maken krijgen met water uit de Steenwijker Aa en met water dat afkomstig is uit de polders die langs de Steenwijker Aa liggen, terwijl de fractie regenwater afneemt (de Lange 2011; Cusell et al. 2013). Dit leidt overal in de Weerribben tot sterk verhoogde P-belastingen en totaal P-concentraties in de winter en de vroege zomer. Hoewel de consequenties voor de Wieden niet zijn doorgerekend, zal de P-belasting hier vermoedelijk afnemen doordat een belangrijke P-bron afgetakt wordt en eerst door de Weerribben heen gaat.

Effect op Ca-belasting: Door het omleiden van de Steenwijker Aa zullen de Ca-belastingen in de Weerribben sterk toenemen (de Lange 2011; Cusell et al. 2011). Hoewel ook deze consequenties niet zijn doorgerekend voor de Wieden, zal de Ca-belasting hier vermoedelijk behoorlijk afnemen doordat een belangrijke Ca-bron afgetakt wordt en eerst door de Weerribben heen gaat. Dit kan erg nadelig zijn voor de basenrijke habitattypen, zoals trilvenen, in de Wieden (Cusell et al. 2013; Cusell 2014).

Neveneffecten: Het Steenwijkerdiep en het kanaal Beukers-Steenwijk zullen niet meer in open contact staan met de Steenwijker Aa, waardoor de toegankelijkheid van de gehele boezem afneemt voor vaarverkeer, zowel voor plezier- als beroepsvaart.

Effectiviteit: Voor de Weerribben zal het omleggen van de Steenwijker Aa op dit moment leiden tot een sterke stijging van de P-belasting en dus tot een verslechterde waterkwaliteit (de Lange 2011; Cusell et al. 2013). Daarnaast zal de omlegging waarschijnlijk leiden tot een ongewenst afname van de basenrijkdom in grote delen van de Wieden.

7.1.6 Polders afkoppelen

Beschrijving: Het doel van dit scenario is om het polderwater buiten de boezem om af te voeren, zodat de kritische habitattypen in de boezem niet beïnvloed kunnen worden door dit polderwater.

Effect op P-belasting: Er wordt een zeer groot positief effect op de P-belastingen in de boezem verwacht.

Effect op Ca-belasting: Dit is voor de Ca-belastingen in de boezem (zeer) nadelig, doordat de boezem meer door regenwater gevoed zal gaan worden en minder door kwelwater uit polders (van Berkum 2000; Cusell et al. 2013). Dit zal leiden tot een afname van bufferstoffen (zoals Ca) in het oppervlaktewatersysteem en daarmee tot verzuring van kritische en bedreigde basenrijke habitattypen (Cusell et al. 2013).

Neveneffecten: Voor het uitvoeren van dit scenario zal de afwatering van de polders moeten worden aangepast. Er zullen nieuwe watergangen inclusief kunstwerken (onderleiders en bruggen) moeten worden gegraven en er dienen nieuwe stuwen en gemalen te worden gebouwd (van Berkum 2000).

Effectiviteit: Het afkoppelen van polders is niet effectief, omdat dit er toe zal leiden dat de boezem meer door regenwater gevoed zal worden. Hoewel de P-belasting sterk zal afnemen, is de afnemende aanvoer van bufferstoffen nadelig voor kritische en bedreigde basenrijke habitattypen.

7.1.7 Permanent extensief graslandgebruik in landbouwgebieden

Beschrijving: In dit scenario wordt grootschalig en permanent overgegaan op een extensief graslandgebruik in landbouwgebieden die nabij Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben liggen en/of in het stroomgebied van de Steenwijker Aa liggen. De P-toevoer vanuit landbouwpercelen naar het oppervlaktewater in bronpolders vindt vooral plaats door erosie en afspoeling van fosfaatmeststof over het maaiveld en door ondiepe uitspoeling naar het oppervlaktewater via bijvoorbeeld drains. Om deze P-toevoer vanuit de landbouwpercelen te beperken kunnen maatregelen met betrekking tot de perceelsinrichting en/of bemesting worden toegepast.

Maatregelen ten aanzien van de perceelsinrichting zijn onder meer de aanleg van bemestingsvrije zones en van randdammen (Groenendijk *et al.*, 2016). Bij bemestingsmaatregelen gaat het om maatregelen als het omzetten naar blijvend grasland, het verder beperken van de uitrijperiode van mest, en het beperken of (in het uiterste geval) stoppen van de bemesting. Deze bemestingsmaatregelen kunnen bij hoge P-gehalten in de bodem vooraf gegaan worden door P-uitmijning. Bij P-uitmijning is sprake van grasland met een aangepaste bemesting met als doel om met het gewas, via maaien en afvoeren, zoveel mogelijk P af te voeren dat zich in de bodem heeft opgehoopt. P-bemesting of beweiding zijn hierbij niet mogelijk.

Effect op P-belasting: In potentie heeft dit scenario een positief effect op de P-belasting doordat de uit- en afspoeling van de percelen zal afnemen in de polders. Het is echter onduidelijk hoeveel de P-belasting zal afnemen, en het is dan ook onduidelijk of de afname voldoende zal zijn voor de ecologische ontwikkeling in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben. In een aanvullend onderzoek zal bepaald moeten worden wat de effecten zullen zijn op de P-belasting. In een dergelijk onderzoek zal niet alleen gekeken moeten worden naar welke landbouwpercelen zullen moeten overgaan naar een permanent extensief graslandgebruik, maar ook naar de stromingen van P in de boezem zodat bepaald kan worden waar welke afname van P af- en uitspoeling noodzakelijk is.

Effect op Ca-belasting: Vermoedelijk zal de Ca-belasting niet sterk beïnvloed worden in dit scenario, maar enige verschuivingen kunnen wel verwacht worden. De exacte gevolgen zijn echter onmogelijk in te schatten zonder een goede geohydrologische analyse van de polders. Het is momenteel dan ook onduidelijk wat de effecten precies zullen zijn.

Neveneffecten: Naast de bovengenoemde effecten worden geen substantiële andere effecten verwacht. Dit scenario zal gevolgen hebben voor de wijze waarop agrariërs om dienen te gaan met hun land.

Effectiviteit: Dit scenario kan vermoedelijk tot een behoorlijke daling van de totale P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel leiden. De precieze (ecologische) effecten kunnen zonder aanvullend onderzoek onmogelijk worden ingeschat op basis van de reeds beschikbare literatuur.

7.1.8 Natuurlijk defosfateren in kwelpolders

Beschrijving: Het polderwater is in diepe polders erg bruin en bevat door de aanwezige kwel in deze polders van nature veel 'vrije' ijzerzouten (van Berkum 2000; Vliex 2012). In dit scenario wordt getracht om deze ijzerdeeltjes te gebruiken voor de defosfatering van het polderwater in de polders zelf.

Effect op P-belasting: In theorie zou de P-concentratie in het uitgeslagen polderwater kunnen zakken tot 0,03 mg P/l (Vliex 2012). Dit is een flinke daling ten opzichte van de huidige concentratie van 0,15 - 0,25 mg P/l. Door de korte verblijftijd in de diepe polders wordt momenteel echter slechts 3 - 5 % van de totale P-belasting uit deze polders weggenomen (Vliex 2012; Vliex *et al.* 2013). Dit percentage kan eigenlijk alleen vergroot worden door het contactoppervlak tussen onderwaterbodem en oppervlaktewater te vergroten en door het water zo lang mogelijk te bergen. Hiervoor zou een gedeelte van het landbouwgebied in de diepe polders moeten worden omgezet naar oppervlaktewater (Vliex 2012; Vliex *et al.* 2013). Hierbij dient wel vermeld te worden dat niet bepaald is wat er bij een dergelijk scenario gaat gebeuren met de kwelstromen

(en de aanvoer van ijzer) in de diepe polders. Het is dus nog onbekend of er in een dergelijk groot oppervlaktewatersysteem sowieso wel genoeg kwel (en aanvoer van ijzer) zal optreden om alle P te binden. Toevoegen van extra hulpvlokmiddelen (zoals Phoslock) zou de flocculatie kunnen bevorderen, zodat het bezinkingsproces sneller en gecontroleerd kan plaatsvinden (zie ook paragraaf 7.1.9; van Berkum 2000).

Effect op Ca-belasting: Vermoedelijk zal de Ca-belasting niet sterk beïnvloed worden in dit scenario, maar enige verschuivingen kunnen wel verwacht worden als delen van de diepe polders omgezet worden naar oppervlaktewater. De exacte gevolgen zijn echter onmogelijk in te schatten zonder een goede geohydrologische analyse van de polders.

Neveneffecten: Naast de bovengenoemde effecten worden geen substantiële andere effecten verwacht. Dit scenario zal gevolgen hebben voor de wijze waarop agrariërs een deel van hun grond kunnen gebruiken.

Effectiviteit: In principe zou de P-belasting in de boezem met dit scenario verlaagd kunnen worden, maar de exacte werking van het beschreven mechanisme dient beter te worden onderzocht. Hierbij dient tevens gekeken te worden naar de onzekerheden over de verandering van kwelstromen als polders grootschalig onder water worden gezet.

7.1.9 Phoslock toedienen in polders

Beschrijving: Phoslock (gemodificeerd kleiprodukt dat het metaal lanthaan bevat) kan gebruikt worden om fosfaat te binden en vast te leggen in de bodem. Dit zou mogelijk gebruikt kunnen worden in de polders als aanvulling op de maatregel in paragraaf 7.1.8.

Effect op P-belasting: Bij toepassing in de polders is het zeer de vraag of de effectiviteit bij het bestaande contactoppervlakte tussen onderwaterbodembodem en oppervlaktewater voldoende is om de P-belasting substantieel te verlagen (Provincie Overijssel 2015). Zeer waarschijnlijk is de verblijftijd in de polders te kort om de belasting sterk te verlagen. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat Phoslock minder goed werkt in wateren met een veenbodem, zoals in de polders veelal het geval is, door binding van Phoslock aan het organisch materiaal waardoor P moeilijker aan Phoslock bindt (Lurling et al. 2014).

Effect op Ca-belasting: Dit is niet bekend.

Neveneffecten: Lanthaan blijkt schadelijk te kunnen zijn voor het bodemleven in onderwaterbodems.

Effectiviteit: Het gebruik van Phoslock in polders zou in principe kunnen bijdragen aan het verlagen van de P-belasting, maar de effecten op de P- en Ca-belasting en eventuele neveneffecten dienen beter te worden onderzocht voordat deze optie serieus kan worden overwogen.

7.1.10 Chemisch defosfateren polderwater

Beschrijving: Zoals aangegeven in paragraaf 3.2 is het polderwater dat wordt uitgeslagen uit de omringende polders de belangrijkste bron voor P-aanvoer naar het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben. Door chemische defosfatering (toevoegen van FeCl_3) is het mogelijk om P neer te laten slaan in de vorm van ijzerfosfaat. Voor een ideale werking van chemische defosfatering, is het van belang dat het doseren van ijzerzout plaatsvindt in een turbulente wateromgeving. Verder dient er bezinkoppervlak gecreëerd te worden dat makkelijk uitgebaggerd kan worden. Een dergelijke maatregel past vaak prima bij een gemaal, maar past slecht bij een natuurlijk systeem als de Steenwijker Aa. Daar komt bij dat het water uit de Steenwijker Aa in vrij verval via een overstort in de boezem terecht komt, waardoor er geen constant debiet is. Dit is voor chemische defosfatering ongunstig, omdat de verblijftijd tijdens piekafvoeren (wanneer vermoedelijk de meeste P in het water zit) te kort zal zijn om het ijzerfosfaat in het bezinkbassin te laten neerslaan, tenzij het bezinkbassin erg groot wordt gedimensioneerd (Arcadis 2008).

Effect op P-belasting: Defosfatering van ingelaten water heeft onder andere bij de Loosdrechtse Plassen, Botshol en het Naardermeer er voor gezorgd dat de P-concentratie in het oppervlaktewater is afgenomen. Hoewel de genoemde gebieden geen boezems zijn, waardoor een vergelijking met de Wieden en Weerribben lastig is, laten deze voorbeelden wel zien dat defosfatering inderdaad kan leiden tot een verlaging van externe belastingen en een verlaging van de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater. In de praktijk blijkt echter wel dat het goed afstellen van een defosfateringsinstallatie tijd kost. Verder dient er rekening mee te worden gehouden dat de effectiviteit van chemisch defosfateren lager kan zijn in veengebieden, doordat opgelost organisch materiaal aan het ijzer kan gaan binden.

Effect op Ca-belasting: Als de defosfatering goed wordt uitgevoerd zullen er vrijwel geen effecten zijn op de basenhuishouding van de boezem. Overdosering van ijzer dient wel te worden voorkomen, omdat oxidatie van dit overgedoseerde ijzer kan leiden tot ongewenste verzuring (mondelinge mededeling Jan Roelofs).

Neveneffecten: Een nadeel is dat er constant chemicaliën (ijzerchloride, FeCl_3) nodig zijn en dat de methodiek leidt tot een aanvoer van chloride (Cl) in de boezem. Hierdoor kan de Cl-concentratie in de boezem toenemen. Een sterke toename in Cl-concentratie is onwenselijk, omdat dit schadelijk kan zijn voor diverse organismen, waaronder soorten die onder de gewenste habitattypen vallen. Het is echter onwaarschijnlijk dat de aanvoer van chloride leidt tot een sterke verhoging van de zoutconcentratie in de boezem. Dit komt doordat de toegevoegde hoeveelheid chloride wordt verspreid over een zeer groot wateroppervlak: de chloridebelasting per vierkante meter water is daardoor (zeer) gering. Dit blijkt ook uit de praktijk. In de Nieuwkoopse Plassen is geen effect in Cl-concentratie waargenomen als gevolg van defosfateren (mondelinge mededeling Martijn van Schie van Natuurmonumenten). In het Naardermeer zijn door het defosfateren van het inlaatwater wel verhoogde Cl-concentraties waargenomen, maar de verhoging is gering en leidt niet tot problematisch zoutconcentraties voor de ecologie (mondelinge mededeling Baukje Sijtsma van Natuurmonumenten).

Effectiviteit: Chemisch defosfateren kan in principe een groot effect hebben op de P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel. Arcadis 2004a, 2008; Torenbeek 2008).

7.1.11 Waterharmonica

Beschrijving: Door de aanleg van een waterharmonica wordt een natuurlijke schakel gecreëerd tussen het aangevoerde water van de omliggende polders en de Weerribben-Wieden. Bij een juiste dimensionering en inrichting is het systeem in staat om op natuurlijk wijze P op te nemen. Verder is het van belang dat de helofytenfilters goed onderhouden en beheerd worden, aangezien bekend is dat het rendement van de filters sterk kan afnemen als dit niet goed wordt gedaan.

Effect op P-belasting: Referenties over rendementen van helofytenfilters lopen sterk uiteen. Als uitgegaan wordt van een gemiddelde hydraulische verblijftijd van 5 dagen in de waterharmonica dan kan een gemiddelde fosfaatverwijdering van circa 50 % worden gehaald in de zomermaanden (van den Boomen & Kampf 2013). De totaal P-concentraties in het uitlaatwater zouden dan tussen de 0,10 en 0,14 mg P/l komen te liggen. Helofytenfilters blijken echter vooral goed te werken bij zuivering van afvalwater, terwijl er wisselende resultaten worden geboekt bij zuivering van oppervlaktewater (o.a. van Berkum 2000; Arcadis 2004a). Bij zuivering van oppervlaktewater zijn regelmatig zeer beperkte rendementen vastgesteld in helofytenfilters (o.a. Water Pollution Control Federation 1990), vooral in veengebieden waar het moeras zelfs een bron kan worden doordat de veenafbraak kan worden gestimuleerd door de rietgroei. Dit is een risico voor de polders die om de Wieden en Weerribben heen liggen. Daarbij moet verder worden opgemerkt dat de rendementen in de winter sowieso een stuk lager liggen, doordat het riet dan vrijwel niet groeit.

Effect op Ca-belasting: Minimaal tot geen effect.

Neveneffecten: De aanleg van een waterharmonica gaat gepaard met een behoorlijk ruimtebeslag in de polders Giethoorn, Broammeule, Wetering, Gelderingen, Halfweg, Auken en Eesveen (van Berkum 2000; Arcadis 2004a).

Effectiviteit: In principe zouden waterharmonica's kunnen leiden tot een verlaagde P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel, maar er zijn wel een aantal onzekerheden die beter onderzocht dienen te worden, zoals (a) het functioneren van de waterharmonica's bij zuivering van oppervlaktewater en (b) het benodigde ruimtebeslag dat bij de verschillende polders nodig is. Verder is het nadelig dat helofytenfilters in de winter (wanneer de P-belastingen het hoogst zijn) behoorlijk inactief zijn.

7.1.12 Biocascade

Beschrijving: Door de aanleg van een biocascade wordt een natuurlijke schakel gecreëerd tussen de Weerribben-Wieden en de omliggende polders. Een biocascade, die momenteel ontwikkeld wordt door onderzoeksbureau B-WARE, onderscheidt zich van bijvoorbeeld een waterharmonica door de toepassing van verschillende natuurlijke en seizoensrobuuste zuiveringsmechanismen (filteren, adsorberen, sedimenteren en opname door vegetatie) achter elkaar. Een infiltratiebak met ijzerhoudend klei en zand gaat bijvoorbeeld over in een compartiment met specifieke semi-terrestrische en aquatische planten, waardoor de

verwijderingsrendementen van P hoog is met 70 - 80 %. Het systeem bestaat uit twee bakken die naast elkaar liggen, waarbij de ene bak jaren als filter wordt gebruikt (hier gaat P aan de bodem hechten en in de planten worden opgeslagen) terwijl in de andere bak eerder geadsorbeerde P juist van de bodem wordt afgetrokken en wordt geoogst als bijvoorbeeld *Azolla*. Op deze wijze ontstaat een circulair systeem waarin de ene bak wordt gebruikt voor defosfatering en de andere bak via desorptie naar *Azolla* weer klaar wordt gemaakt voor de volgende filterronde. Het gebruik van *Azolla* (wat een invasieve soort zou kunnen zijn) vormt overigens geen risico, omdat de *Azolla* alleen in de afgesloten, parallelle bak wordt toegepast en niet in de bak die in verbinding staat met de boezem.

Effect op P-belasting: Op basis van tot nu toe uitgevoerde pilotonderzoeken, is een biocascade in staat om 70 - 80 % van de ingaande fosfaatvruchten in het systeem op te nemen, waarbij een groot voordeel is dat ze in tegenstelling tot waterharmonica's niet alleen in het groeiseizoen functioneren maar ook in de winter (wanneer de P-belastingen het grootst zijn).

Effect op Ca-belasting: Minimaal tot geen effect.

Neveneffecten: De biocascade heeft in pilotvorm veelbelovende resultaten laten zien: niet alleen de P-belasting nam sterk af maar ook de N-belasting. Het concept is echter nog niet full-scale in het veld toegepast. Het ruimtebeslag is vermoedelijk vergelijkbaar met die van een waterharmonica, maar mogelijk is die zelfs beperkter. Dit zal echter moeten blijken uit aanvullend onderzoek naar welke debieten en P-belastingen het systeem precies aan kan. Dit wordt momenteel uitgetest door onderzoeksbureau B-WARE op de universiteit van Nijmegen.

Effectiviteit: Hoewel de biocascade nog niet full-scale in het veld is toegepast, is de potentie om de P-belastingen te verlagen wel groot. Er dient wel rekening te worden gehouden met het benodigde ruimtebeslag dat bij de verschillende polders nodig is.

7.2 Conclusies

In tabel 7.2 is een overzicht weergegeven van bovengenoemde beschrijvingen. Om per locatie een goede afweging te kunnen maken tussen de maatregelen is het van belang dat er via eerder genoemde uitzoek- en onderzoeksstappen nog meer inzicht wordt verkregen in het gedrag en de verspreiding van P en basen in de boezem van noordwest Overijssel. Pas als op basis van deze stappen duidelijk wordt waar de P-belasting hoeveel omlaag dient te gaan, kan goed bepaald worden wat de benodigde dimensioneringen zijn van de opties, welke capaciteiten nodig zijn en welke kosten de opties precies met zich meebrengen.

Tabel 7.2 Samenvatting van de beschrijving van verschillende maatregelen die genomen zouden kunnen worden om de P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel te verlagen

Maatregel	A	B	C	D	E	Neveneffecten
Niets doen	0	0	0	?	+	geen
Flexibeler peilbeheer	0	0	0	?	+/-	bij verdroging mogelijk problemen met houten funderingen en verdrogingsgevoelige habitattypen
Aankoppelen Linde	-	-*	+	?	+	geen
Aankoppelen Meppelerdiep	-	-*	+	?	+	geen
Omleiden Steenwijker Aa	0	0*	0*	?	-	grote blokkade in de doorvaarbaarheid van de boezem, zowel voor beroeps- als pleziervaart
Polders afkoppelen	++	++*	--	?	+	afwatering polders moet worden aangepast
Permanent extensief graslandgebruik	+?	+?*	0?	?	+/-	aanpassing landgebruik in gedeelte

Maatregel	A	B	C	D	E	Neveneffecten
						van omliggende polders
Natuurlijk defosfateren in kwelpolders	+?	+?*	0?	?*	-	aanpassing landgebruik in gedeelte van omliggende polders
Phoslock toedienen in polders	+?	+?*	?	?*	-	schadelijk voor bodemleven in onderwaterbodems
Chemisch defosfateren polderwater	++	++*	0	?*	+/-	constant gebruik van chemicaliën en toediening CI aan het systeem
Waterharmonica	+?	+?*	0?	?*	+/-	aanpassing landgebruik in gedeelte van omliggende polders
Biocascade	++?	++?*	0?	?*	-	aanpassing landgebruik in gedeelte van omliggende polders

- A Reductie P-belasting in de boezem: - = verhoging, 0 = minder dan 5 %, + = 5 - 25 %, ++ = meer dan 25 %, ? = onzeker
- B Reductie van totaal P-concentraties in de habitattypen: - = verhoging, 0 = minder dan 5 %, ++ = meer dan 25 %, ? = onzeker, * = sterke ruimtelijke verschillen (die grotendeels onbekend zijn) worden verwacht
- C Effect op Ca-concentratie in de habitattypen: -- = negatief effect, - = matig negatief effect, 0 = geen tot gering effect, + = matig positief effect, ? = onzeker, * = sterke ruimtelijke verschillen (die grotendeels onbekend zijn) worden verwacht
- D Snelheid van ecologische doelbereik (instandhoudingsdoelstellingen): 9 = nooit, ? = onzeker, * = sterke ruimtelijke verschillen (die grotendeels onbekend zijn) worden verwacht
- E Ervaring met de methodiek in de praktijk: - = weinig ervaring, +/- = redelijk veel ervaring, + = veel ervaring

SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Hoofddoel van maatregel M1 uit de PAS-gebiedsanalyse

De Weerribben-Wieden is aangewezen als Natura 2000-terrein met een 'sense of urgency' wat betreft waterkwaliteit (Provincie Overijssel 2016), waarbij met name de P-concentraties en -belastingen in de boezem de nodige aandacht behoeven. In de PAS-gebiedsanalyse Wieden-Weerribben (Provincie Overijssel 2015) wordt hier onder andere invulling aan gegeven via maatregel M1. Het hoofddoel van maatregel M1 is om in de 1^{ste} PAS-periode (2016 - 2021) een zorgvuldig besluit te kunnen nemen over verlaging van het P-gehalte in de boezem door middel van maatregelen in de 2^{de} PAS-periode (2021-2027). Om een goed onderbouwd besluit te nemen is informatie nodig over het probleem, de mogelijke oplossingen en de effecten van mogelijke oplossingen.

P vormt een ecologisch probleem in de boezem

De hier uitgevoerde opdracht betreft het eerste deel van onderzoek M1, namelijk de kennismontage op basis van bestaande literatuur en analyse (trend- en clusteranalyse) van totaal P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben. Er zijn verschillende aanwijzingen die erop wijzen dat de P-concentraties in een aanzienlijke deel van het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben nog niet op orde zijn:

- locaties die voldoen aan de in dit rapport vastgestelde streefwaarden van aquatische habitattypen liggen relatief ver van de grootste P-bronnen. Het gaat veelal om relatief geïsoleerde petgaten, die circa 50 % van het totaal aantal petgaten omvatten. Desalniettemin voldoet dus circa 50 % van de petgaten niet aan deze streefwaarden. Verder blijkt dat de meeste grote meren in de Wieden niet voldoen aan de genoemde P-streefwaarden. Vermoedelijk komt dit onder andere doordat de externe P-belasting in deze meren aan de te hoge kant is;
- in de meeste meren en in veel petgaten is de biologische toestand nog niet op orde. Rond 2008 liet 30 - 40 % van de petgaten de gewenste biologische toestand (dominantie van kranswieren en/of krabbenscheer) zien (Cusell *et al.* 2013). Wateren die toen gedomineerd werden door de eutrofe soort smalle waterpest kwamen voornamelijk aan de oostzijde van de boezem voor (relatief dicht in de buurt van de grotere poldergemalen), terwijl de gewenste soort krabbenscheer en ook de verlandingsvegetaties juist wat meer aan de westzijde (op locaties relatief ver van de grotere poldergemalen) voorkwamen (Cusell *et al.* 2013);
- de N/P-ratios in het bladweefsel van krabbenscheer- en verlandingsvegetaties lijken met 8 tot 12 g/kg ds te laag te zijn. De ratios doen namelijk vermoeden dat er geen sprake is van P-limiterende condities in deze potentiële voorlopers van trilvenen, terwijl die trilvenen zelf vrijwel altijd wel P gelimiteerd zijn in de Nederlandse situatie (Cusell *et al.* 2013).

Hoofdbronnen van de P-belasting in de boezem

Uit verschillende globale water- en stofbalansen van de boezem (van Berkum 2000; Arcadis 2004a, 2008; Torenbeek 2008; Cusell *et al.* 2013) blijkt dat de Steenwijker Aa en een paar poldergemalen voor het grootste gedeelte van de water- en P-aanvoer verantwoordelijk zijn. De diepe polders Giethoorn, Wetering, Gelderingen en Halfweg, en de ondiepe polders bij de gemalen Broammeule en Eesveen, zijn tezamen met de Steenwijker Aa verantwoordelijk zijn voor circa 80 % van de totale P-belasting in de boezem.

Potentiële maatregelen

Aangezien de prognose is dat de P-belastingen vanuit deze hoofdbronnen vermoedelijk weinig zullen afnemen in het komende decennium als gevolg van de autonome ontwikkelingen die al gepland staan, is er gekeken welke maatregelen er in potentie uitgevoerd zouden kunnen worden om de P-belasting in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben te verlagen. Hierbij zijn 12 maatregelen beschreven:

- de maatregelen 'niets doen', 'invoering van een flexibeler peilbeheer', 'aankoppelen van de Linde', 'aankoppelen van het Meppelerdiep' en 'omleiden van de Steenwijker Aa' hebben (vrijwel) geen effect, of zelfs een negatief effect, op de P-belastingen in de boezem;
- alle andere beschreven maatregelen leiden tot een verlaging van de totale P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel. De efficiëntie verschilt echter wel per maatregelen en ook de neveneffecten verschillen tussen deze maatregelen:
 - de maatregel 'afkoppelen van polders' leidt tot een verlaging van de Ca-belasting. Dit is ongewenst voor verschillende bedreigde basenrijke habitattypen die in de Wieden en Weerribben voorkomen;
 - de maatregel 'permanent extensief graslandgebruik' leidt in potentie tot een behoorlijke afname van de af- en uitspoeling in omliggende landbouwgebieden, waardoor de P-belasting in de boezem zal afnemen. De precieze (ecologische) effecten kunnen zonder aanvullend onderzoek echter niet worden ingeschat op basis van de reeds beschikbare literatuur;
 - de maatregelen 'natuurlijk defosfateren in kwelpolders' zal leiden tot een verlaging van de P-belasting in de boezem. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat deze maatregel een ruimtebeslag met zich meebrengt en dat de exacte werking van het mechanisme beter dient te worden onderzocht. Hierbij dient tevens gekeken te worden naar de onzekerheden over de verandering van kwelstromen als polders deels onder water worden gezet;
 - de maatregel 'toedienen van Phoslock' zou in principe kunnen bijdragen aan het verlagen van de P-belasting in de boezem, maar de effecten op de P- en Ca-belasting dienen beter te worden onderzocht. Daarnaast is er een behoorlijk kans op het optreden van schadelijke effecten bij het bodemleven in de onderwaterbodems van de poldersloten;
 - de maatregel 'chemisch defosfateren van polderwater' kan een groot effect hebben op de P-belasting in de boezem van noordwest Overijssel. Er dient wel rekening mee te worden gehouden dat er constant chemicaliën gebruikt zullen moeten worden er dat dit chemisch defosfateren leidt tot een verhoogde inlaat van chloride in de boezem;
 - de maatregel 'waterharmonica' kan leiden tot een verlaagde P-belasting in de boezem, maar er zijn wel een aantal onzekerheden die beter onderzocht dienen te worden, zoals (a) het functioneren van de waterharmonica's bij zuivering van oppervlaktewater en (b) het benodigde ruimtebeslag dat bij de verschillende polders nodig is. Verder is het nadelig dat helofytenfilters in de winter (wanneer de P-belastingen het hoogst zijn) behoorlijk inactief zijn;
 - de maatregel 'biocascade' is nog niet full-scale in het veld toegepast, maar de potentie om de P-belastingen te verlagen is wel groot. Er dient wel rekening te worden gehouden met het benodigde ruimtebeslag dat bij de verschillende polders nodig is.

Aanbevolen stappen om meer inzicht te krijgen in het functioneren van de Wieden en Weerribben

In deze opdracht is geconcludeerd dat de P-concentratie in het oppervlaktewater in grote delen van de Wieden en Weerribben nog te hoog is om daar een goede ecologische toestand te bereiken in de aquatische en terrestrische habitattypen. Voordat een onderbouwde afweging gemaakt kan worden over de mogelijkheden om P-reducerende maatregelen te nemen, is het aan te bevelen om een drietal onderwerpen verder uit te werken.

Het belangrijkste onderwerp dat verder uitgezocht dient te worden, is de mate waarin de verschillende bronnen verantwoordelijk zijn voor de te hoge P-concentraties in de verschillende delen van de boezem. De hoofdbronnen voor de totale P-belasting op de boezem zijn bekend. Hoe de P-belasting zich vanuit deze bronnen verspreidt door de boezem is echter nog niet goed genoeg in beeld. Deze informatie is echter nodig om beter te kunnen onderbouwen welke P-bronnen eventueel aangepakt dienen te worden en in welke mate om de P-concentraties op het ecologisch gewenste niveau te krijgen. De verschillende onderzoeken die gewenst zijn voor een gedegen aanpak van dit onderwerp worden op de volgende bladzijde besproken. Een tweede kennislacune is de relatie tussen de P- en Ca-belasting en de ecologische toestand in de boezem. In deze studie is uitgegaan van vrij algemene streefwaarden voor de toegestane P-concentratie in het oppervlaktewater rondom de terrestrische habitattypen, omdat er in de literatuur geen

betere gegevens beschikbaar waren. Voor het beantwoorden van PAS-onderzoeksvraag M1 is het niet strikt noodzakelijk om hier meer zekerheid over te krijgen. De noodzaak voor het nemen van aanvullende maatregelen kan echter nader worden onderbouwd door de streefwaarden voor waterkwaliteit nader te onderbouwen met aanvullende metingen.

Een derde onderwerp dat zeker aangepakt dient te worden om tot een gedegen beantwoording van PAS-onderzoeksvraag M1 te komen, is het verder uitwerken van de potentiële maatregelen uit hoofdstuk 7.

Onderzoeksvraag 1 (verspreiding van P vanaf de bronnen door de boezem):

- **water- en stofbalansen verbeteren en actualiseren:** Door de globale water-, P- en Ca-balansen die in het verleden zijn opgesteld te verbeteren (differentiëren tussen land en water in de boezem) en te actualiseren (gebruiken van recente meetgegevens van poldergemalen waar eerder de P- en Ca-concentratie zeer grof zijn ingeschat), zal een realistischer beeld ontstaan van het belang van verschillende bronnen. Voor het beantwoorden van PAS-onderzoeksvraag M1 wordt aangeraden om de water- en stofbalansen te verbeteren en actualiseren, omdat dit tot meer inzicht zal leiden in de herkomst van de P-belasting van de boezem;
- **herkomstanalyse voor P- en Ca-belastingen in de boezem:** Om beter te kunnen bepalen welke P-bronnen hoeveel omlaag zouden moeten, dienen we beter inzicht te krijgen in de verdeling van het water, het P en basen (Ca) door de boezem op verschillende momenten in het jaar. Om dit inzicht te krijgen, wordt de volgende aanpak voorgesteld, waarbij na stap 1 beslist kan worden of de volgende stap nog noodzakelijk is:
 - **stap 1 - Herkomstanalyse:** Met behulp van een conservatief stromingsmodel (bijvoorbeeld SOBEK of DELWAQ) dat goed gevalideerd en gekalibreerd is (wat voor zo ver bekend momenteel nog niet het geval is), kunnen fractieverdelingen worden opgesteld voor verscheidene gradiënten tussen poldergemalen en haarvatsystemen, voor zowel goed als slecht functionerende haarvaten. Deze fractieverdelingen zullen nauwkeurig inzicht geven in het belang van verschillende bronnen op verschillende locaties in de boezem. Voor de kalibratie van het model wordt aangeraden om de dataset van het waterschap Drents Overijsselse Delta uit te breiden met nieuwe meetgegevens van de oppervlaktewaterkwaliteit (in ieder geval P, Ca en Cl) die verzameld worden langs de bewuste gradiënten. Voor het onderbouwd beantwoorden van PAS-onderzoeksvraag M1 is het noodzakelijk dat deze eerste stap van de herkomstanalyse wordt uitgevoerd;
 - **stap 2 - Lokale P-belastingen met P-retenties:** Met een fractieverdeling krijg je wel een goed beeld van het belang van verschillende bronnen door de boezem heen, maar je krijgt geen beeld van de lokale P- en Ca-belastingen terwijl die ecologisch van groot belang zijn. In eerste instantie zou de ruimtelijke heterogeniteit in P- en Ca-belastingen in beeld gebracht kunnen worden door aan een goed gevalideerd en gekalibreerd stromingsmodel (wat volgt uit stap 1) een retentiefactor voor P en Ca toe te voegen. Deze retentiefactor bootst de filterings- en neerslagprocessen na, oftewel hij bepaalt hoe snel P en Ca uit de waterkolom gefilterd wordt. Na het vaststellen van deze factoren kan van verschillende maatregelpakketten worden bepaald wat het effect op de belastingen in het gebied is. Er wordt aangeraden om ook deze tweede stap van de herkomstanalyse uit te voeren om tot een onderbouwd antwoord van PAS-onderzoeksvraag M1 te komen;
- **integrale watersysteemanalyse uitvoeren:** Voor de grote en kleine meren in de Wieden wordt aangeraden om een specifieke watersysteemanalyse per meer te maken op basis van de ecologische sleutelfactoren (Schep *et al.* 2015). Dit zou tevens voor een aantal petgat(complex)en kunnen worden gedaan. Op basis van de huidige literatuur kon alleen een vergelijking gemaakt worden tussen de waargenomen P-concentraties en de streefconcentraties, terwijl de ecologische toestand in aquatische systemen wordt bepaald door de P-belasting in $\text{mg/m}^2/\text{dag}$ in plaats van door de P-concentratie in mg/l (Scheffer 1998; Janse 2005; Jaarsma *et al.* 2008). Door de belastingen in verschillende gebiedsdelen (die volgen uit bovenstaande stap 2 voor verschillende petgaten, kleine en grote meren in het gebied) te vergelijken met de kritische belastingen uit PCLake kunnen de mogelijkheden en noodzaak voor verschillende typen maatregelen beter worden onderbouwd. Met behulp van dit model kan worden bepaald hoeveel de externe P-belasting nog zal moeten afnemen om in een bepaald gebied tot de gewenste condities te komen voor goed ontwikkelde onderwatervegetaties. Tevens wordt als onderdeel van de systeemanalyse ingeschat wat de effecten zijn van interne maatregelen als verdiepen en actief visstandbeheer. Interne maatregelen kunnen er onder de juiste condities namelijk voor zorgen dat de externe P-belasting minder ver verlaagd hoeft te worden dan men op basis van de huidige

P-concentraties zou denken. Dergelijke maatregelen kunnen het systeem namelijk in een nieuwe ecologische toestand laten klappen met een ander voedselweb dat meer P in het systeem opslaat, waardoor de P-concentraties in het oppervlaktewater kunnen afnemen. Voor het beantwoorden van PAS-onderzoeksvraag M1 is het uitvoeren van dergelijke integrale watersysteemanalyses zeer gewenst.

Onderzoeksvraag 2 (relatie tussen P, Ca en de ecologische toestand):

- **kennismontage voor basenhuishouding:** Er wordt aangeraden om aan de voorliggende kennismontage voor de P-huishouding van de boezem ook een nadere kennismontage voor de basenhuishouding toe te voegen. Verscheidene kenmerkende habitattypen in het Natura 2000-gebied De Wieden en Weerribben, zoals kranswierwateren (H3140), blauwgraslanden (H6410), trilvenen (H7140A) en galigaanvegetaties (H7210) zijn immers niet alleen afhankelijk van fosforarm water, maar dit water dient ook basenrijk (oftewel calciumrijk) te zijn. In aansluiting op deze kennismontage dient de basenhuishouding meegenomen te worden bij een eventuele herkomstanalyse zoals genoemd bij onderzoeksvraag 1. Daarmee kunnen eventuele effecten op de basenhuishouding meegenomen worden bij de beantwoording van PAS-onderzoeksvraag M1. Door de analyse van P en Ca in één analyse uit te voeren, wordt gewaarborgd dat eventuele effecten en neveneffecten op een vergelijkbare wijze worden beschreven en beoordeeld;
- **betere duiding van biologische toestand in afhankelijkheid van de P- en basenhuishouding:** In de uitgevoerde analyse met streefwaarden is geen rekening gehouden met de 1-op-1 link tussen de biologische toestand (welke soort/leefgebied/habitatype komt waar voor, en met welke kwaliteit?) en de biogeochemische toestand (welke P- en Ca-concentratie of P- en Ca-belasting komt op die locatie voor?). De focus lag op de P-huishouding, terwijl een heldere link met de biologische toestand niet gelegd kon worden in de huidige opdracht. Door de biologische en biogeochemische toestand op veel verschillende plekken in de boezem aan elkaar te koppelen, kan in een systeemanalyse beter geduid worden wat het effect van bepaalde P- en Ca-concentraties, P- en Ca-belastingen en P- en Ca-bronnen is op het functioneren van het systeem. Als je begrijpt waarom de huidige condities in het ene deelgebied beter zijn dan in het andere deelgebied, dan helpt dat heel erg bij het opstellen van een definitief plan. Er wordt dan ook aangeraden om dit onderzoek op te pakken;
- **onzekerheid in de streefwaarde voor kranswierwateren (H3140), meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150) en trilvenen (H7140A):** De gebruikte streefwaarden zijn gebaseerd op P-concentraties in het (omringende) oppervlaktewater. Om eenduidig een relatie te kunnen leggen met maatregelen zou het echter inzichtelijker zijn om uit te gaan van de maximaal toelaatbare belasting voor de boezem in plaats van concentraties. Voor de aquatische habitattypen zijn modellen beschikbaar waarmee een kritische nutriëntenbelasting kan worden berekend (PCLake of PCDitch). Voor de trilvenen en andere semi-terrestrische habitattypen zijn zulke modellen echter niet beschikbaar, en deze zullen ook niet op korte termijn ontwikkeld kunnen worden. Voor trilvenen is vermoedelijk nog wel een aanscherping van de reeds gebruikte streefwaarde mogelijk op basis van nieuwe gegevens uit het lopende onderzoek naar trilvenen in Nederland (van Diggelen *et al.* 2016). Voor het beantwoorden van PAS-maatregel M1 is de genoemde onzekerheid over de streefwaarden voor kranswierwateren, krabbenscheervelden en trilvenen niet doorslaggevend, omdat de streefwaarden niet sterk zullen veranderen door een aanscherping. De gekozen streefwaarden zijn namelijk al gebaseerd op een aanzienlijke hoeveelheid meetgegevens;
- **streefwaarde van veenmosrietlanden (H7140B), blauwgraslanden (H6410) en galigaanmoerassen (H7210) beter onderbouwen:** Voor deze habitattypen zijn geen streefwaarden voor P bekend voor het aangrenzende oppervlaktewater. Vooralsnog is er voor gekozen om de streefwaarde voor trilvenen over te nemen, maar het zou beter zijn als er voor deze drie habitattypen ook een aparte streefwaarde wordt vastgesteld op basis van specifieke meetgegevens. Dit vergt aanzienlijke meetinspanningen en levert relatief weinig begrip op van het systeemfunctioneren. Deze vraag heeft inhoudelijk geen hoge prioriteit;
- **Ca-streefwaarden voor de verschillende habitattypen:** Er wordt geadviseerd om bij de afwegingen voor de defosfateringsmaatregelen ook rekening te gaan houden met grenswaarden die bekend zijn voor de Ca-concentratie in het oppervlaktewater nabij verschillende habitattypen. Naast de verlaging van de P-belastingen is het namelijk van belang dat de maatregelen er niet toe leiden dat de basenaanvoer afneemt. In tegendeel, het verdient de voorkeur dat de basenaanvoer toeneemt.

LITERATUURLIJST

- Arcadis (2004a)** *Boezem in Noordwest Overijssel: trends in fosfaatbalansen en effectiviteit van maatregelen*. Rapportnr. 110302/001051/LB, Arcadis, Apeldoorn.
- Arcadis (2004b)** *ModelleringsNW-Overijssel*. Rapportnr. 110302/001007/HB, Arcadis, Apeldoorn.
- Arcadis (2004c)** *Monitoring inlaat NW-Overijssel 2003*. Rapportnr. 110302/000845/HB, Arcadis, Apeldoorn.
- Arcadis (2008)** *Waterkwaliteit boezem Noordwest-Overijssel*. Rapportnr. 110315.000228/GF, Arcadis, Apeldoorn.
- Arcadis (2012)** BaggerNUT opschaling Wieden. Rapportnr. 01012.100192.0100/SD, Arcadis, Apeldoorn.
- Bal, D., Beijer, H.M., Fellingner, M., Haveman, R., van Opstal, A.J.F.M., & van Zadelhoff, F.J. (2001)** Handboek natuurdoeltypen. Rapportnr. Inv 20, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Balirwa, J.S. (1993)** *A study of the hydrology and nutrient status in north west Overijssel (The Netherlands)*. Rapportnr. 99, IHE-Delft & Zuiveringschap West-Overijssel, Zwolle.
- Becker, R. et al. (2016)** Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands Hrsg. Armleuchteralgen - Die Characeen Deutschlands. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Boeye, D., Verhagen, B., van Haesebroeck, V. & Verheyen, R.F. (1997)** Nutrient limitation in species-rich lowland fens. *Journal of Vegetation Science*, **8**: 415-424.
- Bijlsma, R.J., Aptroot, A., Dort, K.W. van, Haveman, R., Herk, C.M. van, Kooijman, A.M., Sparrius, L.B. & Weeda, E.J. (2009)** *Preadvies mossen & korstmossen*. Rapportnr. 2009/dk104-O, Ministerie van LNV, Directie Kennis, Den Haag.
- CBS, PBL & Wageningen UR (2016a)** *Vermesting in meren en plassen, 1980 - 2014* [13]. Rapportnr. indicator 0503, versie 06, 13 april 2016. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven; Wageningen UR, Wageningen.
- CBS, PBL & Wageningen UR (2016b)** *Belasting van het oppervlaktewater met vermestende stoffen, 1990-2014* [9]. Rapportnr. indicator 0192, versie 17, 20 juli 2016). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven; Wageningen UR, Wageningen.
- Claessens, J.W., Verweij, W., Lukacs, S. & de Nijs, A.C.M. (2014)** *Kwaliteitsstandaarden voor interactie grondwater met terrestrische ecosystemen*. Rapportnr. 607402010/2014, RIVM, Bilthoven.
- Cusell, C. (2014)** *Preventing acidification and eutrophication in rich fens: Water level management as a solution?* PhD-thesis, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Cusell, C., Kooijman, A.M., Mettrop, I.S. & Lamers, L.P.M. (2013)** *Natura 2000 Kennislacunes in De Wieden & De Weerribben*. Rapportnr. 2013/OBN171-LZ, Ministerie van Economische Zaken, Directie Agrokennis, Den Haag.
- Cusell, C., Kooijman, A.M. & Lamers, L.P.M. (2014a)** Nitrogen or phosphorus limitation in rich fens? - Edaphic differences explain contrasting results in vegetation development after fertilization. *Plant and Soil*, **384**: 153-168.
- Cusell, C., Kooijman, A.M., Fernandez, F., van Wirdum, G., Geurts, J.J.M., van Loon, E.E., Kalbitz, K. & Lamers, L.P.M. (2014b)** Filtering fens: Mechanisms explaining phosphorus-limited hotspots of biodiversity in wetlands adjacent to heavily fertilized areas. *Science of the Total Environment*, **481**: 129-141.
- de Lange, N. (2011)** *Ecohydrology of The Weerribben - Using a SOBEK-model to simulate the hydrology and chemical composition of the surface water in a Dutch wetland system*. Radboud Universiteit, Nijmegen.
- de Vries, D. (2011)** *Watersysteemrapportage 2010*. Waterschap Reest en Wieden, Meppel.
- Drents Overijsselse Delta (2016)** <http://www.wdodelta.nl/waterbeheerplan/>
- EU (2011)** *Links between the Water Framework Directive (WFD 2000/60/EC) and Nature Directives (Birds Directive 2009/147/EC and Habitats Directive 92/43/EEC): Frequently Asked Questions*.

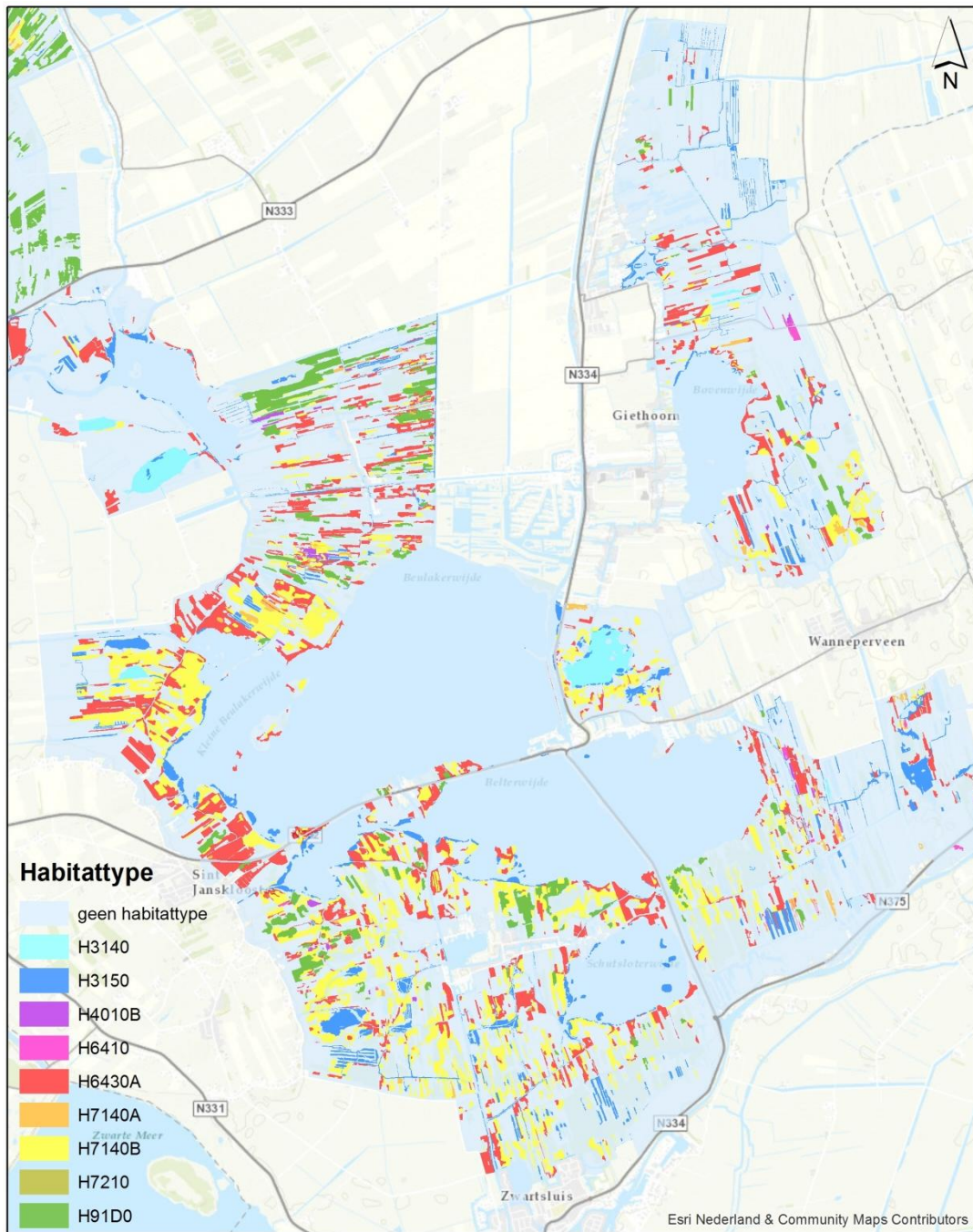
- Groenendijk, P., Kros, H., Postma, R. & van Rotterdam, D. (2016) Achtergronddocument handreiking bemesting Ontwikkelingsopgave EHS/Natura 2000 Overijssel. Versie van 26 augustus 2016.
- Groeneweg, M. & van Wirdum, G. (2004) *Monitoring waterinlaat in De Weerribben en De Wieden: Tussentijdse evaluatie*. Report 369, Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Güsewell, S. (2004) N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New Phytologist*, **164**: 243-266.
- Haans, J.C.F.M. & Hamming, C. (1962) *Over de bodemgesteldheid van het veengebied in het land van Vollenhove*. Rapportnr. 583, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Hoogendoorn, J.H. & Vernes, R.W. (1994) Hydrologische systeemanalyse Noordwest Overijssel. Rapportnr. OS 94-17 B, Instituut voor Grondwater en Geo-Energie TNO (IGG), Oosterwolde.
- Howard-Williams, C. (1985) Cycling and retention of nitrogen and phosphorus in wetlands: a theoretical and applied perspective. *Freshwater Biology*, **15**: 391-431.
- Jaarsma, N., Klinge, M. & Lamers, L.P.M. (2008) *Van helder naar troebel... en weer terug*. Rapportnr. STOWA 2008-04, STOWA, Utrecht.
- Janse, J.H. (2005) *Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches*. PhD-thesis, Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Jol, C. & Laseur, J. (1982) *Waterkwaliteitsaspecten in het proefgebied Nationaal Landschap Noordwest-Overijssel*. Zuiveringschap West-Overijssel, Zwolle.
- Kiwa Water Research & EGG (2007a) *Knelpunten- en kansanalyse Natura 2000-gebieden - gebied 35 - Wieden*. Kiwa Water Research, Nieuwegein/ EGG, Groningen.
- Kiwa Water Research & EGG (2007b) *Knelpunten- en kansanalyse Natura 2000-gebieden - gebied 34 - Weerribben*. Kiwa Water Research, Nieuwegein/ EGG, Groningen.
- Koerselman, W. & Meuleman, A. (1996) The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. *Journal of Applied Ecology*, **33**: 1441-1450.
- Kooijman, A.M. (1993) *Changes in the bryophyte layer of rich fens as controlled by acidification and eutrophication*. PhD-thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Lurling, M., Waajen, G. & van Oosterhout, F. (2014) Humic substances interfere with phosphate removal by lanthanum modified clay in controlling eutrophication. *Water Research*, **54**: 78-88.
- Lijklema, L. (1980) Eutrophication: the role of sediments. *Aquatic Ecology*, **14**: 98-105.
- Mettrop, I.S., Cusell, C., Kooijman, A.M. & Lamers, L.P.M. (2014) Nutrient and carbon dynamics in peat from rich fens and *Sphagnum*-fens during different gradations of drought. *Soil Biology & Biochemistry*, **68**: 317-328.
- Olde Venterink, H., Wassen, M.J., Verkroost, A.W.M. & de Ruiter, P.C. (2003) Species richness-productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands. *Ecology*, **84**: 2191-2199.
- Pommer, A.K. (2011) *Assessing the spatio-temporal dynamics of vegetation and abiotic conditions in relation to nature management - A restoration and conservation study from the Weerribben-Wieden, Overijssel*. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Provincie Overijssel (2015) *Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatiese Aanpak Stikstof (PAS) De Wieden en Weerribben* (november 2015)
- Provincie Overijssel (2016) *Natura 2000 ontwerp-beheerplan De Wieden en Weerribben* (april 2016)
- Richardson, C.J. & Marshall, P.E. (1986) Processes controlling movement, storage, and export of phosphorus in a fen peatland. *Ecological Monographs*, **56**: 279-302.
- Riegman, R. (2007) *Evaluatie rapport: Vijftien jaar Actief Biologisch Beheer (ABB) in het Duinigermeer*. Intern rapport van het waterschap Reest en Wieden.
- Roelofs, J.G.M. (1991) Inlet of alkaline river water into peaty lowlands: effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. stands. *Aquatic Botany*, **39**: 267-293.
- Sarneel, J.M. (2010) *Colonisation processes in riparian fen vegetation*. PhD-thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Sarneel, J.M., Hidding, B., van Leeuwen, C., Veen, G.F., van Paassen, J., Huig, N. & Bakker, E.S. (2012) *Effecten van waterpeilfluctuaties op vegetatie*. Nederlands Instituut van Ecologie (NIOO-KNAW), Wageningen.
- Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J. & Westhoff, V. (1995) *De vegetatie van Nederland. Deel 2. Wateren, moerassen, natte heiden*. Opulus Press, Uppsala.
- Scheffer, M. (1998) *Ecology of shallow lakes*. Chapman and Hall, London.
- Schep, S., van der Wal, B. & van der Wijngaard, T. (2015) *Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie. Toepassing van de Ecologische sleutelfactoren 1, 2 en 3 in de praktijk*. Rapportnr. STOWA 2015-17, STOWA, Utrecht.

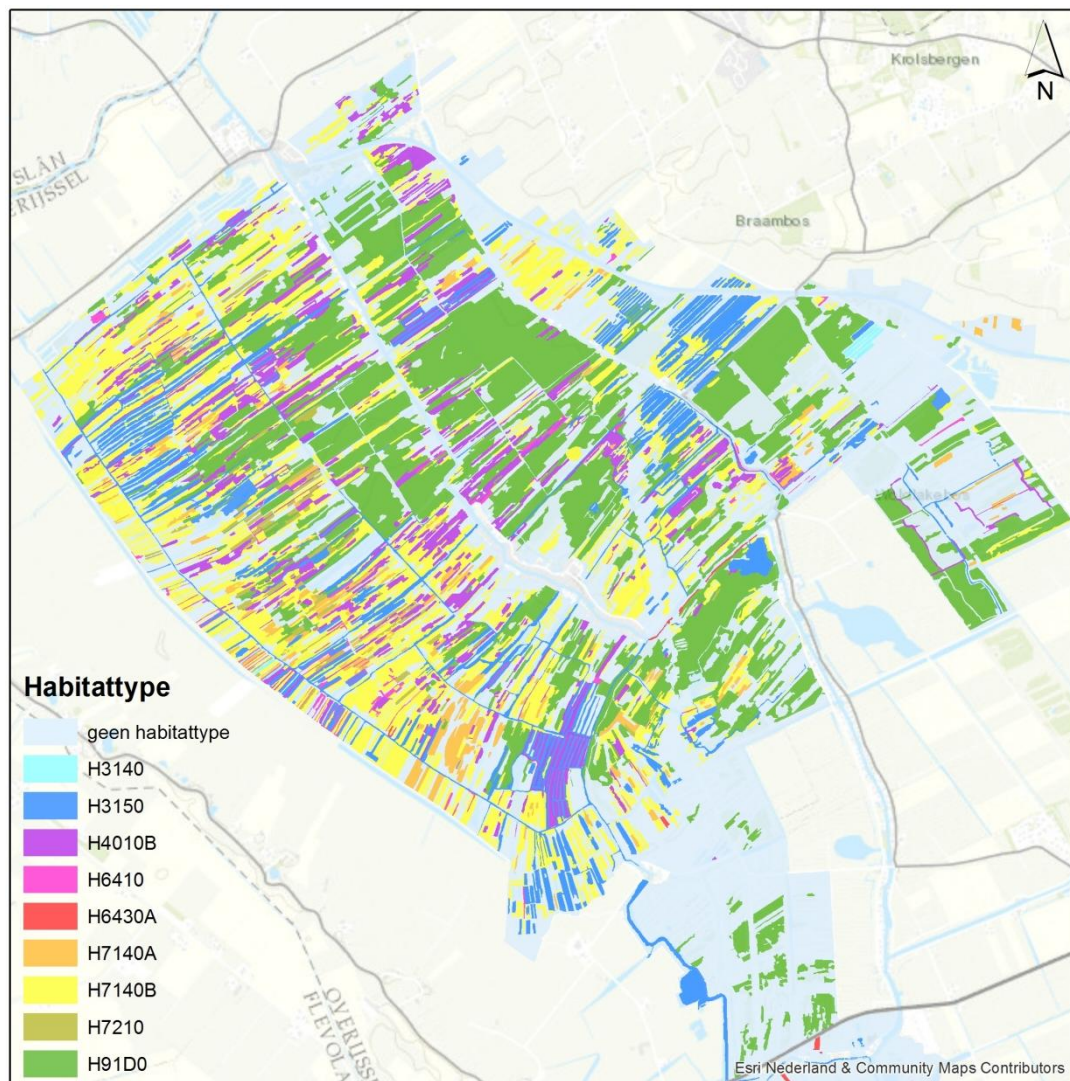
- Schoumans, O.F., Groenendijk, P., Renaud, L. & van der Bolt, F.J.E. (2008) *Nutriëntbelastingen van het oppervlaktewater - Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden*. Rapportnr. 1700, Alterra, Wageningen.
- Sjörs, H. (1950) On the relation between vegetation and electrolytes in North Swedish mire waters. *Oikos*, **2**: 241-258.
- Torenbeek, R. (2008) *Fosfaat in de Boezem van Noordwest-Overijssel: Belasting, verspreiding en maatregelen voor reductie*
- van Berkum, J.-A. (2000) *Waterplant en Wieden herstel van helder water: Een onderzoek naar maatregelen ter bestrijding van de eutrofiëring van in Noordwest Overijssel*. Waterschap Groot-Salland, Zwolle.
- van Berkum, J.-A., Klinge, M. & Grimm, M.P. (1995) Biomanipulation in the Duinigermeer; first results. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, **1**: 81-90.
- van der Molen, D.T., Pot, R., Evers, C.H.M. & van Nieuwerburgh (2012) *Referenties en matlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*. Rapportnr. STOWA 2012-31, STOWA, Amersfoort.
- van der Valk, M., Boudewijn, T.J., van der Geest, G.J., Lensink, R. & Liefveld, W.M. (2008) *Achtergronddocument bij het Natura 2000-beheerplan voor De Wieden en Weerribben*. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van Diggelen, J.M.H., van Belle, J., Cusell, C., van Dijk, G. & Smolders, A.J.P. (2016) *Onderzoek naar effecten van stikstof op overgangs- en trilvenen: Ten behoeve van het behoud en herstel van habitatype H7140*. Voortgangsrapportage 2016.
- van Hasselt, J. & de Koning, J. (1912) Over de waterstaatkundige toestand in het Waterschap Vollenhove en over de middelen om daarin verbetering te brengen. Waterschap van Vollenhove, Vollenhove.
- van Wirdum (1979) Dynamic aspects of trophic gradients in a mire complex. CHO-TNO The Hague, *Proc. & Inf.*, **25**: 66-82.
- van Wirdum, G. (1991) *Vegetation and hydrology of floating rich-fens*. PhD-thesis, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- van Wirdum, G. (1995) The regeneration of fens in abandoned peat pits below sea level in the Netherlands. *Restoration of temperate wetlands* (eds. B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Foit & R.A. Robertson), pp. 251-272, John Wiley and Sons, Chichester.
- Verhoeven, J.T.A. (1986) Nutrient dynamics in minerotrophic peat mires. *Aquatic Botany*, **25**: 117-138.
- Verhoeven, J.T.A. & Schmitz, M.B. (1991) Control of plant growth by nitrogen and phosphorus in mesotrophic fens. *Biogeochemistry*, **12**: 135-148.
- Vliex, M. (2012) *Improving phosphorus binding capacity in iron rich sediments*. Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- Vliex, M., Geurts, J.G.M., Cusell, C. & Lamers, L.P.M. (2013) Fosfaatbinding door ijzerrijk slib in landbouwsloten. *H2O-online*, 4 november 2013.
- Wassen, M.J., Olde Venterink, H.G.M., Lapshina, E.D. & Tanneberger, F. (2005) Endangered plant species persist under phosphorus limitation. *Nature*, **437**: 547-550.
- Waterschap Reest en Wieden (2004) *Watergebiedsplan boezem NWO*. Waterschap Reest en Wieden, Meppel.
- Water Pollution Control Federation (1990) *Natural systems for wastewater treatment. Manual of practice*. Rapportnr. FD-16, Water Pollution Control Federation, Alexandria.
- Wheeler, B.D. & Proctor, M.C.F. (2000) Ecological gradients, subdivisions and terminology of North-West European mires. *Journal of Ecology*, **79**: 285-301.
- Witteveen+Bos (1994) *Onderzoek naar beroepsvisserij in Noordwest-Overijssel. Deel 1: inventarisatie en eerste beoordeling bestaande gegevens*. Rapportnr. ZL73.1, Witteveen+Bos, Deventer.
- Witteveen+Bos (1995) *Actief biologisch beheer in het Duinigermeer*. Rapportnr. IWB/VISB/rap44.008, Witteveen+Bos, Deventer.

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: HABITATKAARTEN VAN DE WIEDEN EN DE WEERRIBBEN





II

BIJLAGE: AANPAK VOOR TREND- EN CLUSTERANALYSES

Trendanalyse voor totaal P-concentraties in het oppervlaktewater

Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling in de totaal P-concentratie in het oppervlaktewatersysteem van de Wieden en Weerribben is er een trendanalyse uitgevoerd voor meetlocaties waar de afgelopen 10 jaar (2005 - 2016) metingen zijn uitgevoerd door het waterschap Drents Overijsselse Delta. Er is per meetlocatie berekend of er sprake is van een significante trend in de totaal P-concentratie (stijging, daling of constant). Om statistisch betrouwbare resultaten te krijgen, is de analyse alleen uitgevoerd voor meetlocaties waarvan de meetreeks minimaal drie jaar aan data bevatte in de periode 2005 - 2016 (zie onderstaande kader). Dit blijkt voor 38 van de 67 meetlocaties het geval te zijn (afbeeldingen II.1 en II.2). Voor alle overige meetlocaties zijn dus geen trendanalyses uitgevoerd.

Trendanalyses niet uitvoeren bij minder dan drie meetmomenten

Tussen twee punten (of clusters van punten, zoals maanden in één seizoen) kan altijd een (trend)lijn getrokken worden. Echter bij drie of meer punten (of puntenclusters), zal dit aanzienlijk moeilijker worden. De extra punten (of puntenclusters) worden niet alleen meegenomen in het bepalen van de trendlijn, ook functioneren deze extra punten als een controle op de betrouwbaarheid van de getrokken (trend)lijn.

In de trendanalyse is gebruik gemaakt van een **lineaire regressie** met lineaire parameters. Dit wil zeggen dat de regressie een rechte lijn door de meetpunten trekt. Deze (trend)lijn is de lijn (van alle mogelijke lijnen) met de kleinste gemiddelde afwijking tot alle meetpunten. In ons geval is onderscheid gemaakt tussen een trendlijn voor het groeiseizoen (mei - september) en een trendlijn voor het niet-groeiseizoen (november - maart), omdat bekend is dat er een verschil is tussen de totaal P-concentraties in het groeiseizoen en in het niet-groeiseizoen (van Wirdum 1991; Cusell 2014). Beide seizoenen hebben in de plots (zie bijlage III) een eigen kleur (groeiseizoen: rood, niet-groeiseizoen: blauw).

Als een meetreeks meerdere metingen in dezelfde maand van een jaar bevatte, dan is het gemiddelde van deze waarden genomen als representatie van die maand. De punten die geplot worden in de regressieplots zijn dan ook de maandgemiddelden.

Betrouwbaarheidsinterval

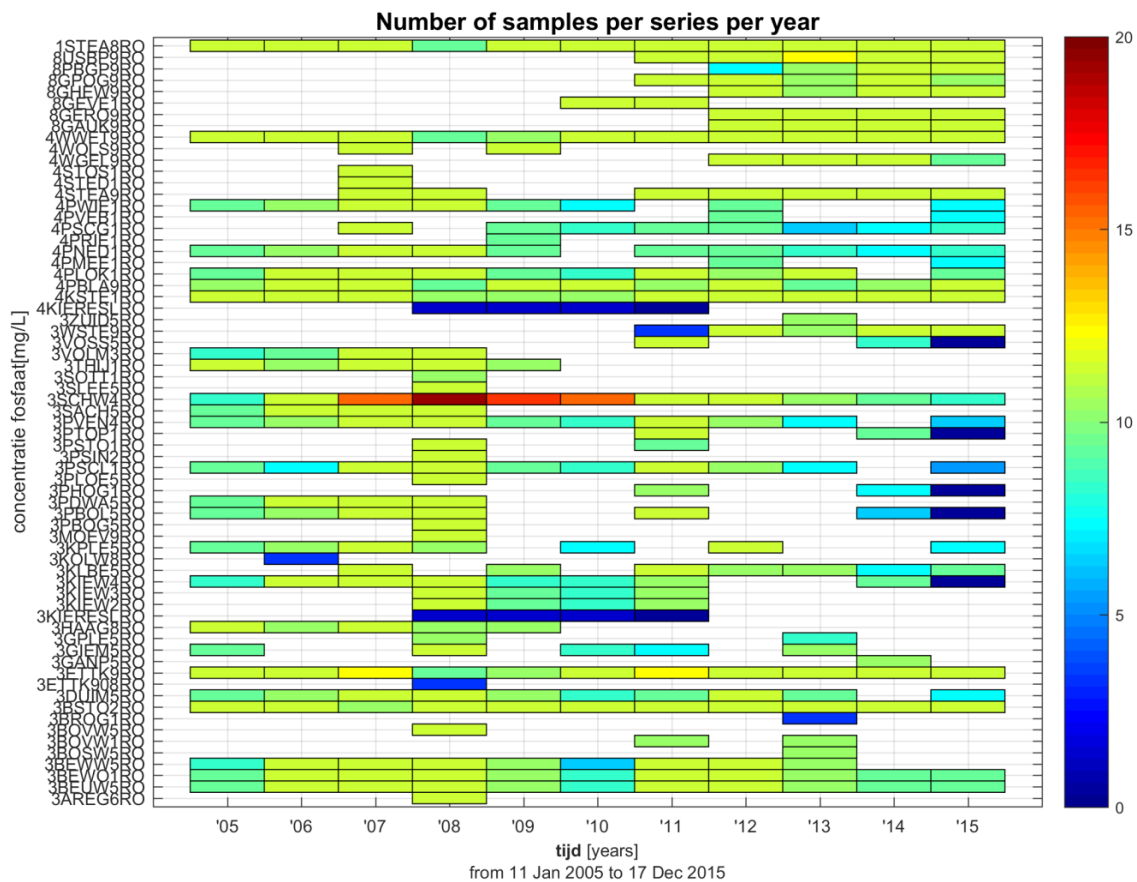
De lijn (helling en hoogte) zijn statistisch bepaald. Daarom zijn er voor zowel de helling als de hoogte onzekerheidsmarges. De onzekerheidsmarges zijn gesteld op 95 %, dat wil zeggen dat het toevoegen van een extra punt aan de reeks met 95 % zekerheid binnen deze marges zal vallen. Om een duidelijk beeld van deze resultaten per meetreeks te geven zijn de onzekerheidsmarges weergegeven in de plots (zie bijlage III).

Significantie en verklarende variantie

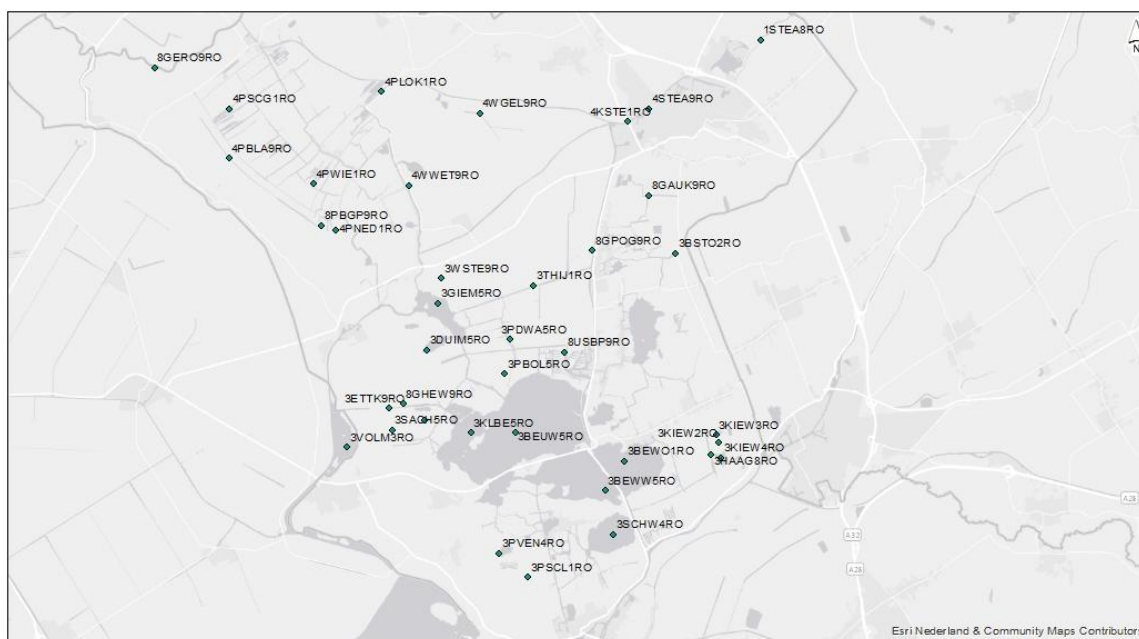
De regressie geeft additioneel twee waarde weer, de p -waarde en R^2 . De p -waarde geeft aan hoe betrouwbaar de regressie voor de meetreeks is. Is de p -waarde kleiner dan 0,05 dan wordt de regressie significant genoemd. Het kan zijn dat de meetreeks onvoldoende meetpunten bevat, of dat de reeks zich niet leent om een rechte lijn doorheen te trekken. Beide zullen resulteren in een hoge p -waarde. Trendlijnen met een te hoge p -waarde ($> 0,05$) zijn niet in de resultaten weergegeven. Dit is gedaan, omdat deze trends statistisch gezien niet significant genoeg zijn om conclusies op te baseren.

R^2 geeft weer hoe sterk de trend is, oftewel hoeveel van de concentratie kan worden verklaard door de trendlijn. Als R^2 dicht bij 0 ligt, is er weinig correlatie tussen de totaal P-concentratie en de jaren. Er is dan geen relatie tussen de twee. Als R^2 dicht bij 1 ligt, is er een sterk verband tussen de concentratie en het jaar.

Afbeelding II.1 Overzicht datadichtheid van totaal P-concentraties in het oppervlaktewater van alle meetreeksen in de Wieden en Weerribben vanaf 2005. Per meetreeks is weergegeven hoeveel metingen er per jaar beschikbaar zijn. Als er geen metingen zijn is het vak leeg. Als er wel metingen zijn, geeft de kleur het aantal aan. Gegevens zijn beschikbaar gesteld door het waterschap Drents Overijsselse Delta: de codering komt overeen met de codering die het waterschap gebruikt



Afbeelding II.2 Ligging van de geselecteerde meetlocaties voor de regressie- en clusteranalyse (n = 38)



Clusteranalyse op basis van totaal P-concentraties in het oppervlaktewater

Er zijn clusteranalyses uitgevoerd om inzicht te krijgen in welke watersystemen in de Wieden en Weerribben zich de afgelopen 10 jaar (2005 - 2016) op soortgelijke wijze hebben ontwikkeld wat betreft totaal P-concentraties in het oppervlaktewater. Clustering wordt toegepast om meetreeksen op basis van karakteristieken (statistisch of anders) te groeperen. In eerste instantie wilden we de clustering op basis van twee karakteristieken uitvoeren, namelijk op basis van:

- Pearson's r correlatiecoëfficiënten, die een maat zijn voor in hoeverre de reeksen van verschillende meetlocaties dezelfde of tegengestelde tendens vertonen;
- regressiecoëfficiënten uit de trendanalyse van de verschillende meetlocaties.

Uiteindelijk is alleen een clustering op basis van correlatiecoëfficiënten toegepast, omdat er te weinig reeksen met goede regressiecoëfficiënten bleken te zijn (zie resultaten in paragraaf 4.2). Om statistisch betrouwbare resultaten te krijgen, is in de analyse met correlatiecoëfficiënten alleen gebruik gemaakt van de meetlocaties die voldoende meetgegevens bevatten. Dit zijn dezelfde 38 locaties die ook in de trendanalyse zijn gebruikt (afbeeldingen II.1 en II.2).

Clustering op basis van correlatiecoëfficiënten

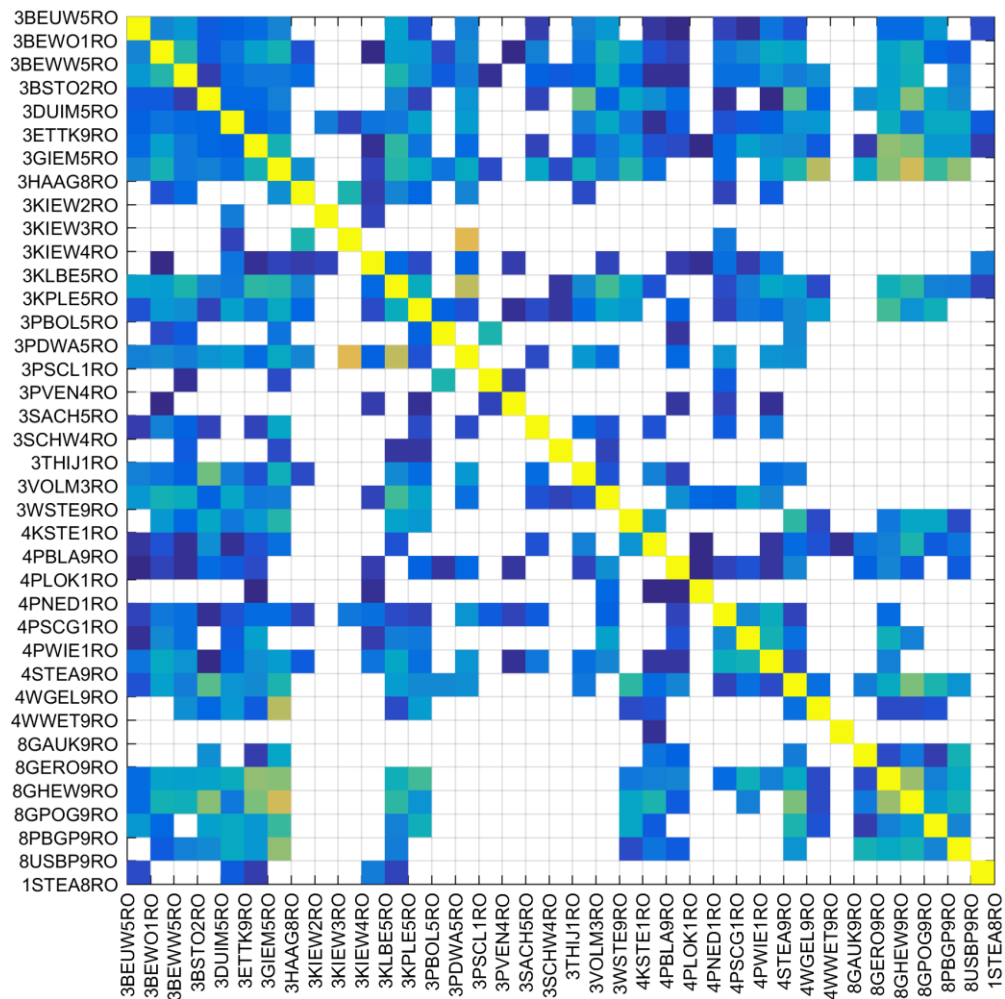
In de clustering op basis van correlatiecoëfficiënten wordt de totaal P-concentratie op een bepaald tijdstip (in ons geval een maand van een specifiek jaar) van een specifieke meetlocatie vergeleken met de totaal P-concentratie op datzelfde tijdstip (dezelfde maand) op een andere specifieke locatie. Dit wordt voor de gehele tijdreeks gedaan, waarna de correlaties per tijdstip worden geaggregeerd tot één Pearson's correlatiewaarde voor de correlatie tussen beide reeksen. Hierbij worden alleen tijdstippen (maanden) meegenomen waarop voor beide reeksen meetwaardes aanwezig zijn.

Naast deze Pearson's correlatiecoëfficiënten zijn er ook p -waardes van de correlaties bepaald. Als deze p -waarde te hoog is ($> 0,05$) dan wordt deze correlatiecoëfficiënt niet meegenomen in de clustering, omdat de correlaties dan niet significant zijn en er dus geen conclusies uit getrokken kunnen worden. Door de Pearson's correlaties en bijbehorende p -waardes voor alle combinaties van meetreeksen te bepalen ontstaat een matrix met correlatiecoëfficiënten (afbeelding II.3).

Door uiteindelijk alle correlatiecoëfficiënten per meetreeks (een hele rij/kolom in Afbeelding II.3) te vergelijken (methode: gemiddelde verschil) met alle correlatiecoëfficiënten van alle andere meetreeks (alle andere hele rijen/kolommen in Afbeelding II.3) kunnen de meetreeksen geclusterd worden. Simpel gezegd wordt gekeken welke rijen het meest op elkaar lijken en deze worden bij elkaar geclusterd. Het is hierbij van belang om te begrijpen dat twee meetreeksen die een hoge correlatie met elkaar hebben niet per definitie in hetzelfde cluster vallen. Als hun correlaties met andere meetreeksen niet hetzelfde zijn, kunnen beide reeksen toch in een ander cluster terecht komen ondanks dat ze wel verbonden zijn.

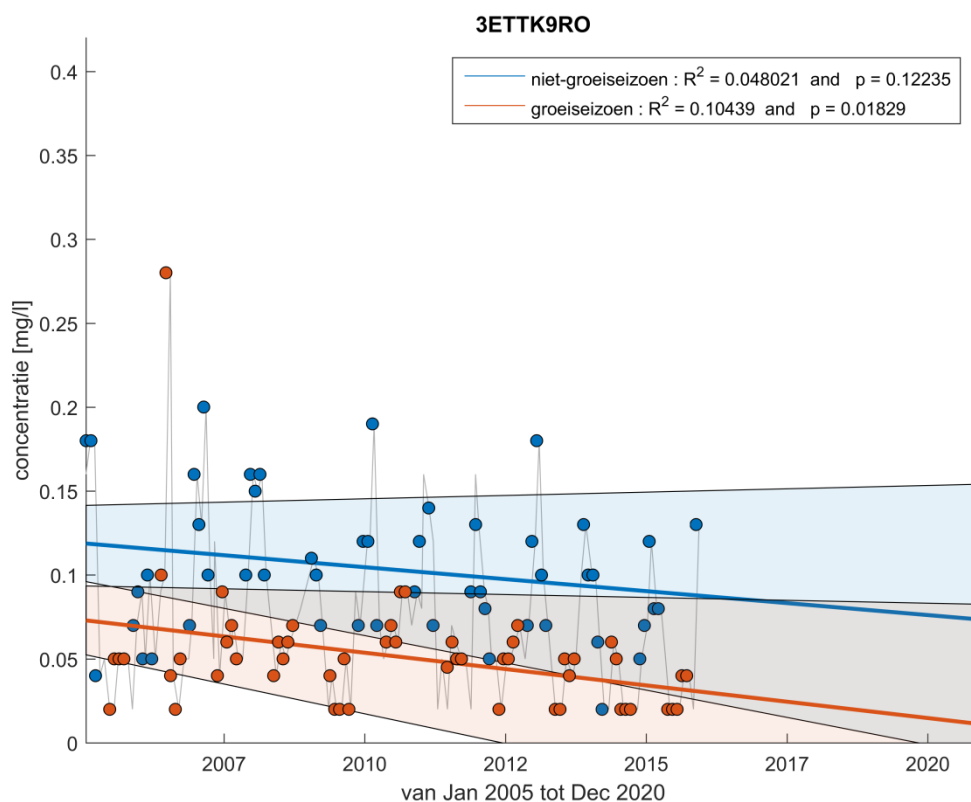
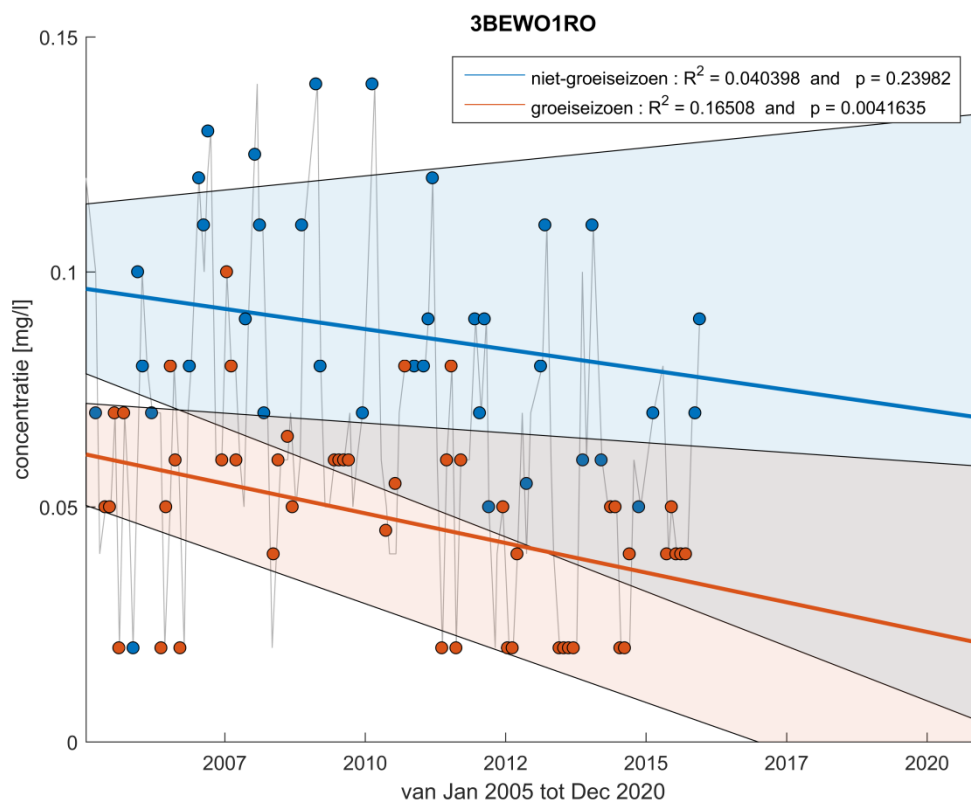
De grens om te besluiten wanneer een reeks binnen of buiten een cluster valt is overigens ambigue, doordat er niet een harde grens van correlatie is waarboven je kan zeggen dat er onderscheid gemaakt moet worden tussen de reeksen. Hoeveel clusters er ontstaan, is afhankelijk van de sterkte van de 'clusterkoppeling'. Bij een sterke koppeling ontstaan relatief veel clusters (de meetpunten moeten dan sterk op elkaar lijken om in hetzelfde cluster te vallen), terwijl bij een zwakke koppeling maar enkele clusters ontstaan (de meetpunten hoeven dan niet sterk op elkaar te lijken om in hetzelfde cluster te vallen). De uiteindelijke keuze dient gemaakt te worden op basis van expertkennis over het gebied.

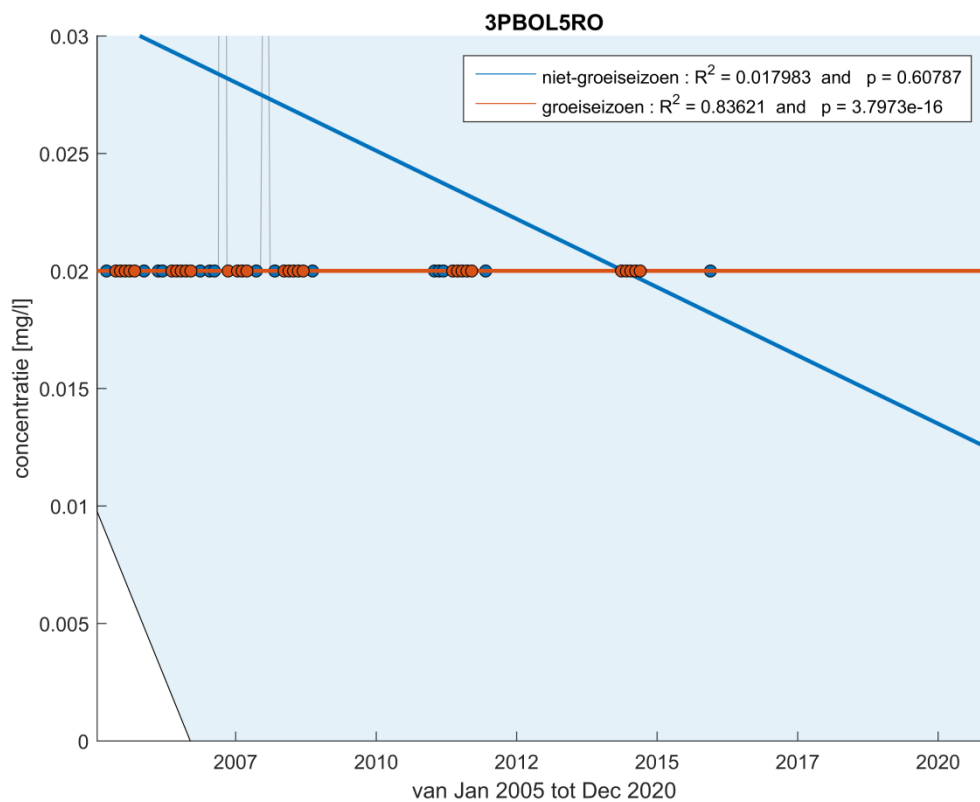
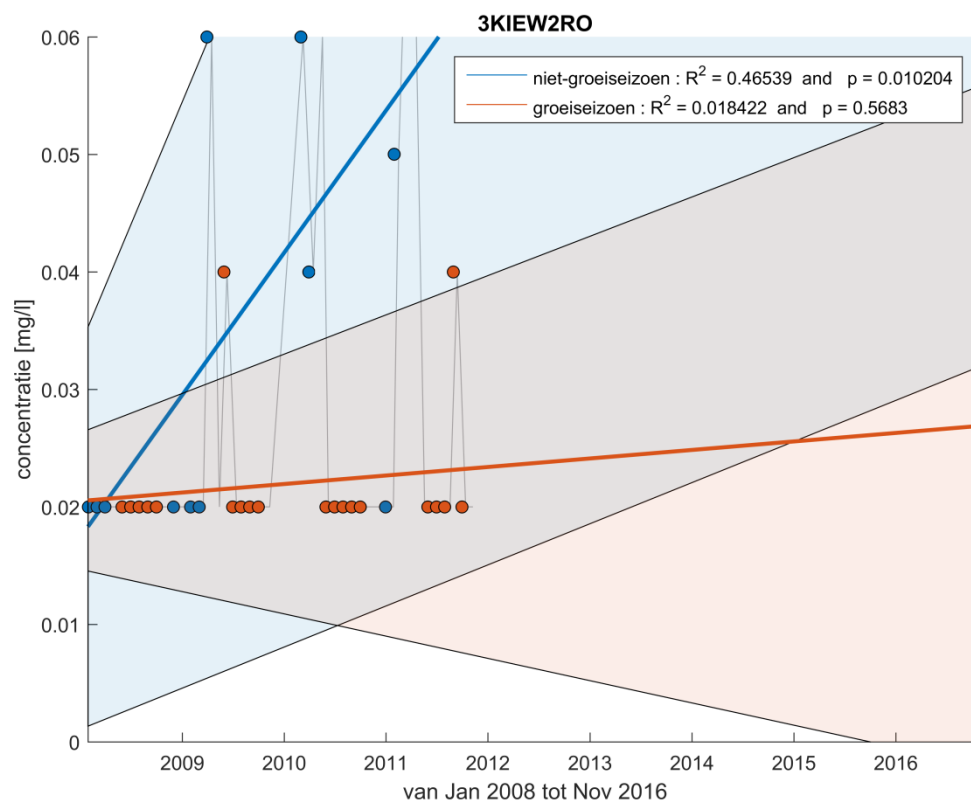
Afbeelding II.3 Matrix met correlatiecoëfficiënten (niet geclusterd). Geel staat voor een hoge correlatie (1), donkerblauw voor een lage correlatie (0), wit staat voor geen correlatie mogelijk (meetreeksen overlappen niet of p -waarde is groter dan 0,05)

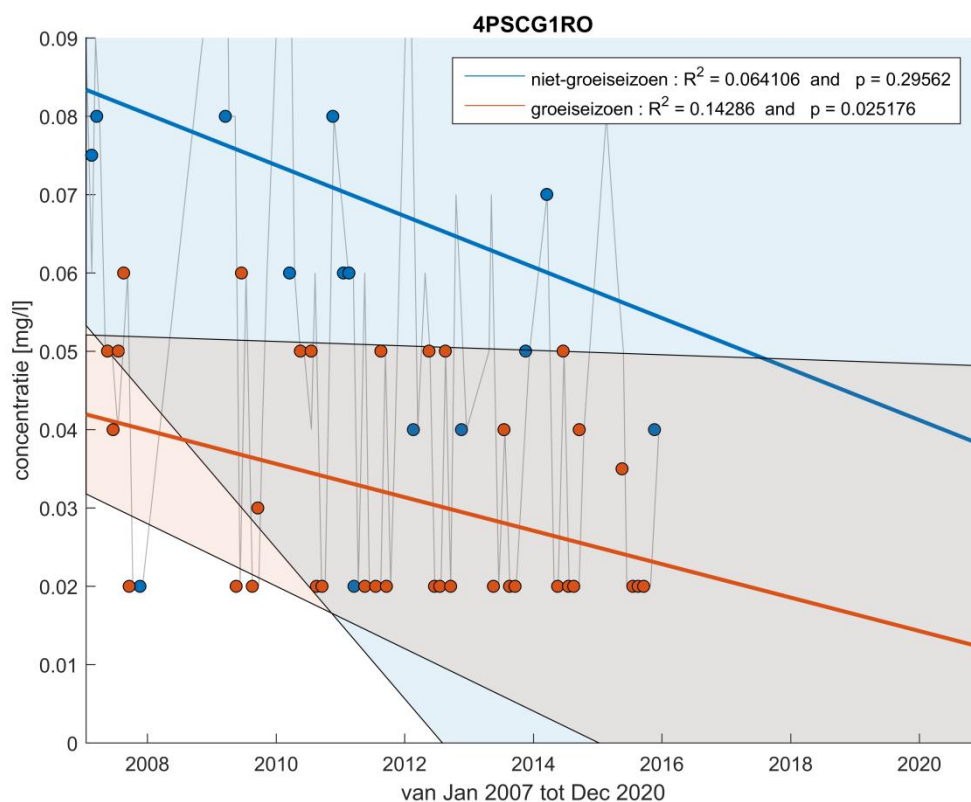
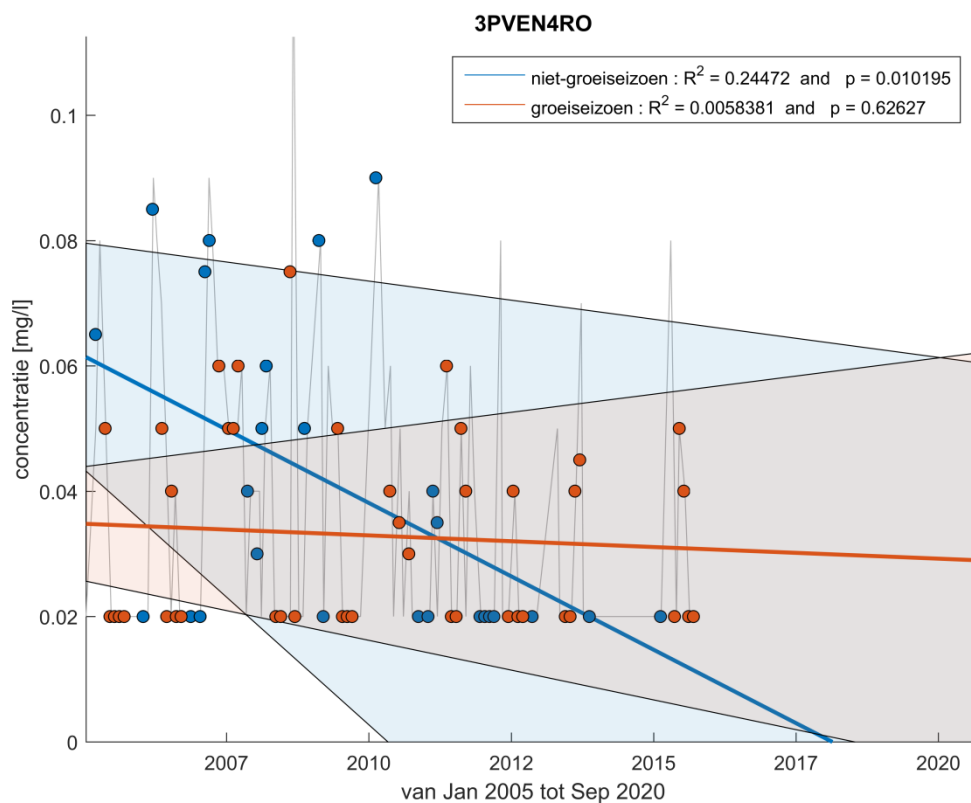


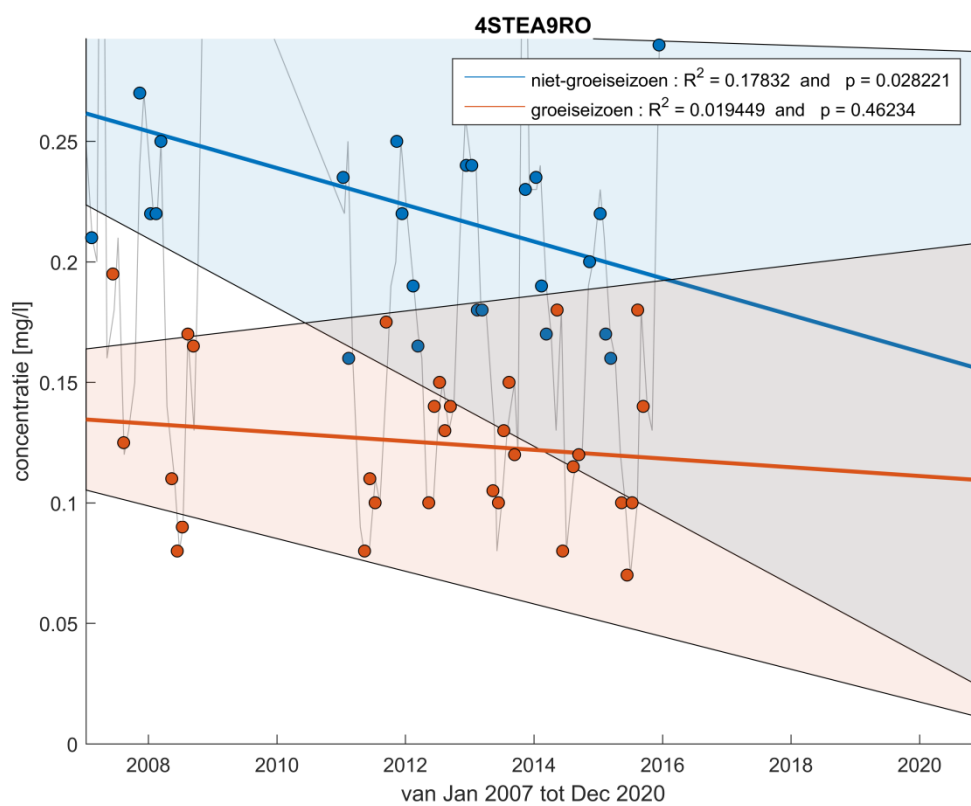
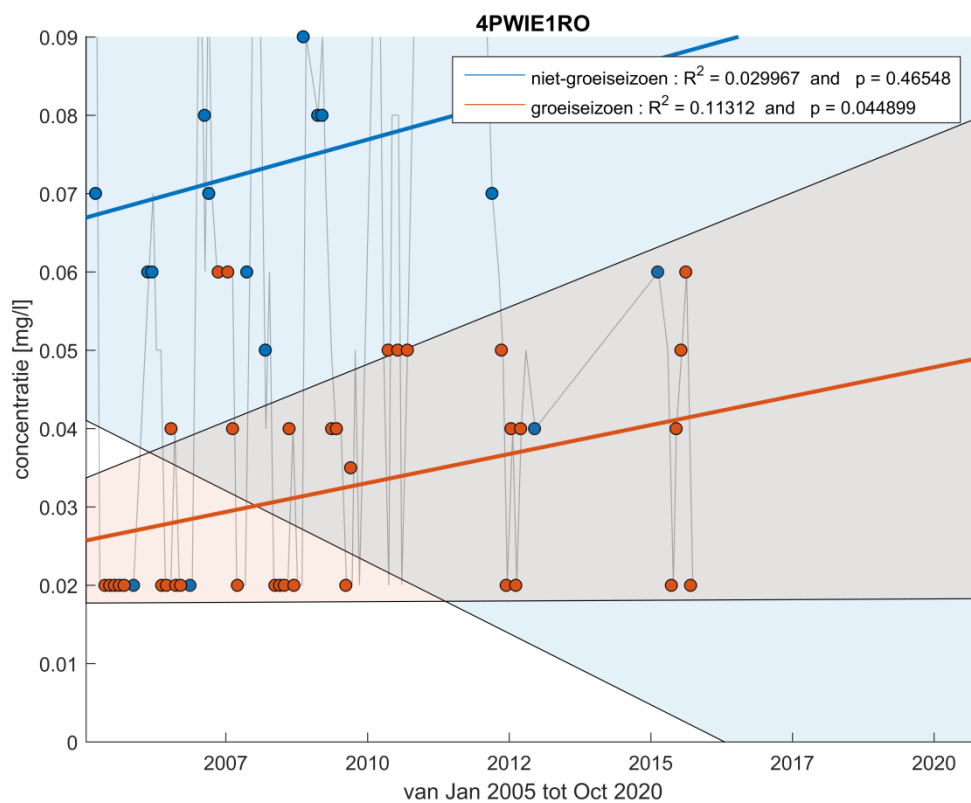
III

BIJLAGE: REGRESSIEPLOTS VOOR LOCATIES MET SIGNIFICANTE TRENDS VOOR DE TOTAAL P-CONCENTRATIES IN HET OPPERVLAKTEWATER TUSSEN 2006 EN 2015





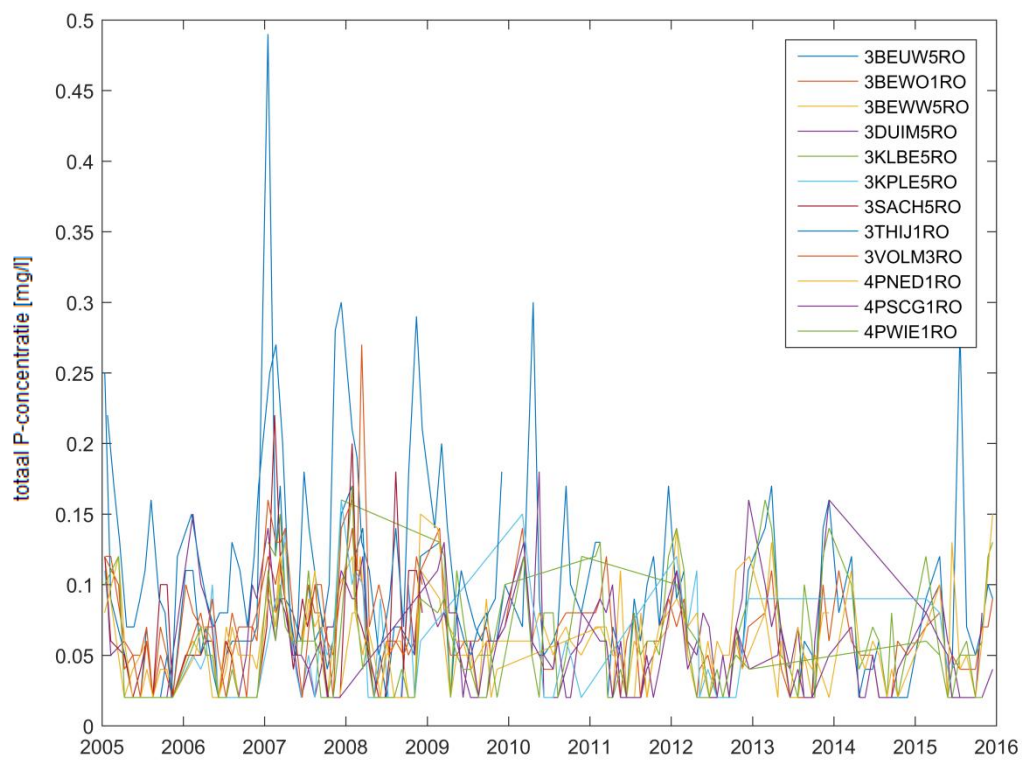




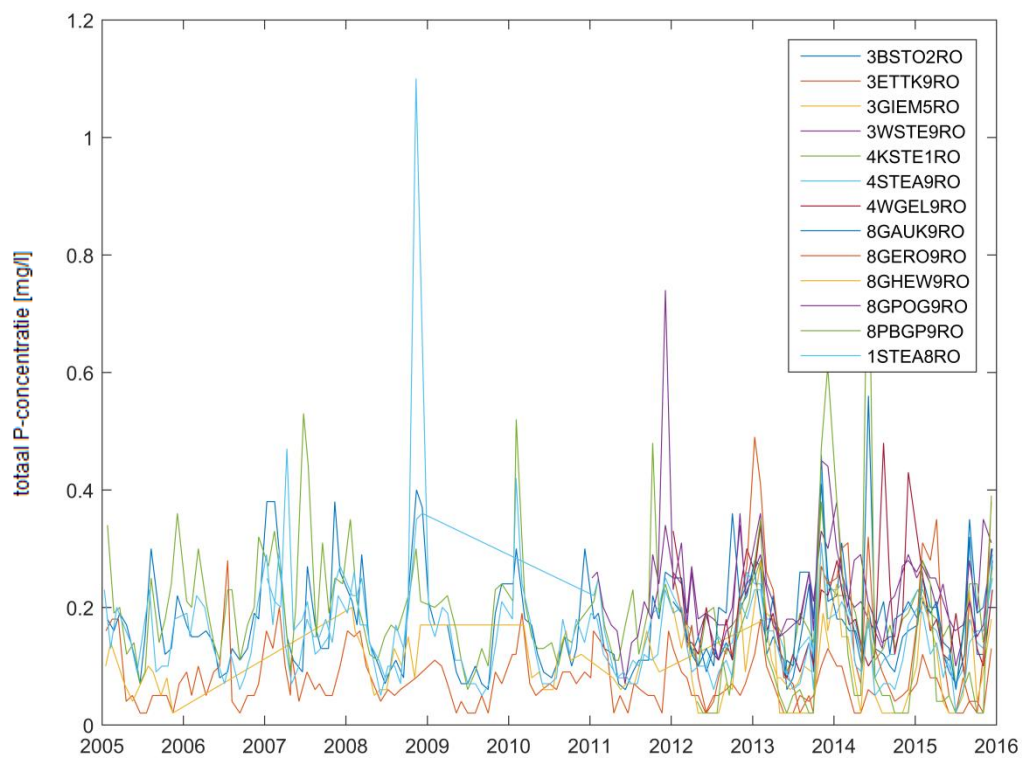
IV

BIJLAGE: MEETREEKSEN TOTAAL P-CONCENTRATIES PER CLUSTER

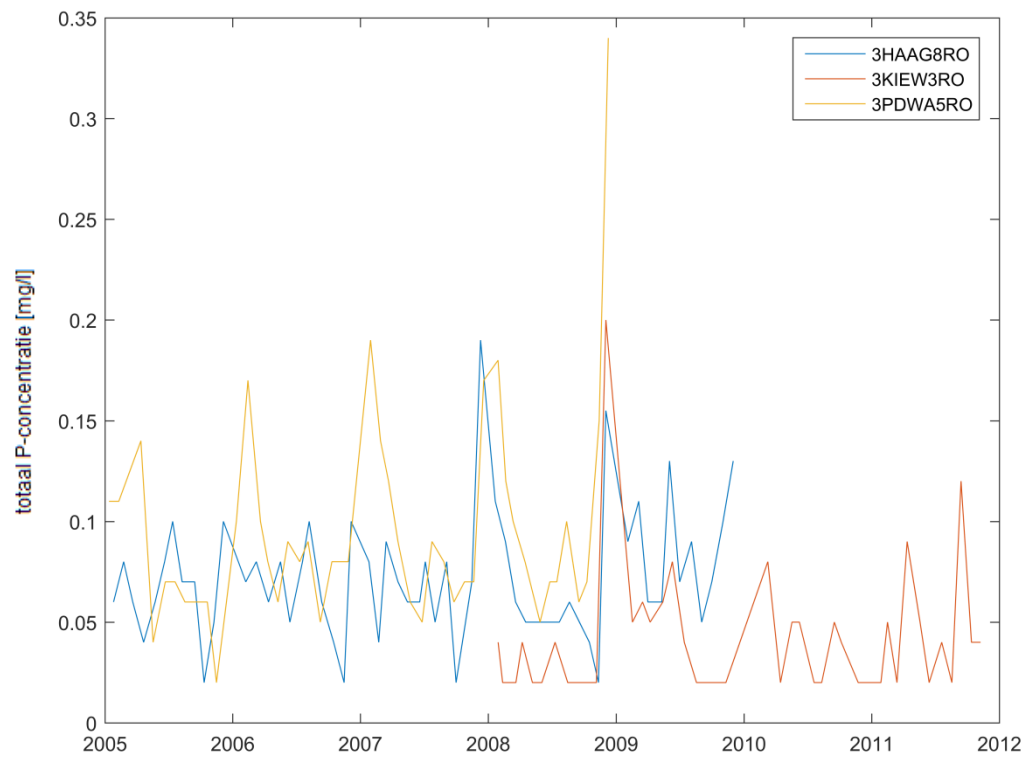
Cluster 1



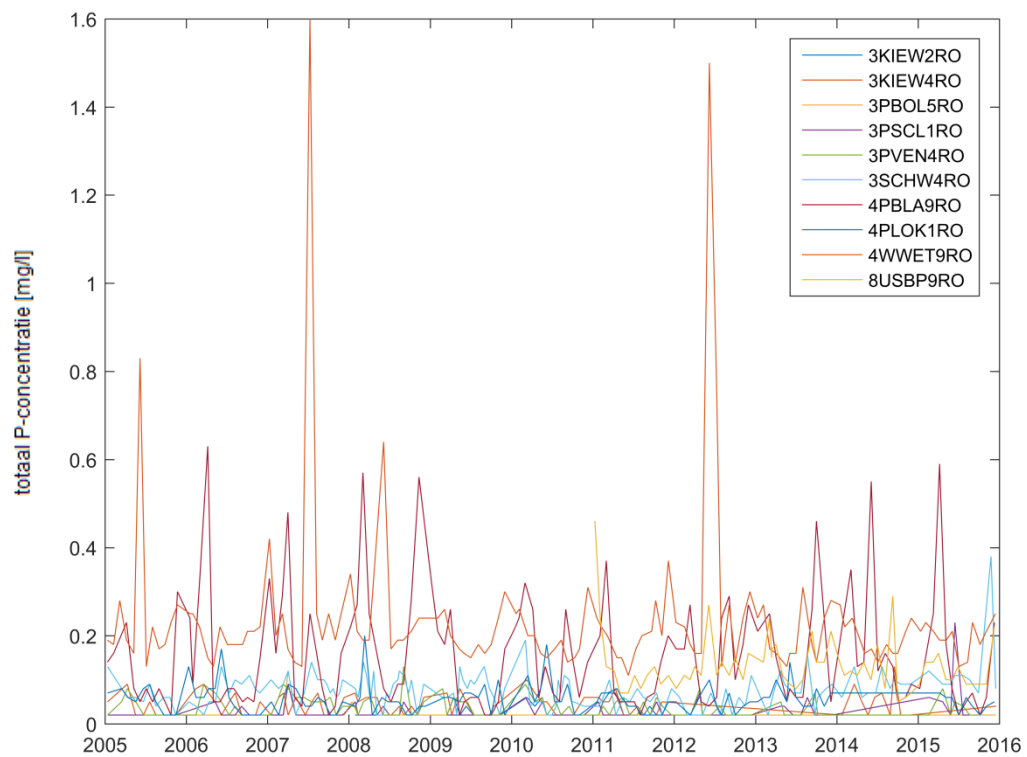
Cluster 2



Cluster 3



Cluster 4





BIJLAGE: EFFECT VAN RECENTE EN GEPLANEDE OMZETTING VAN LANDBOUW NAAR NATUUR IN DE BOEZEM EN IN STROOMGEBIEDEN DIE DE BOEZEM VOEDEN

code	1a	1b	1c	2	3
naam	Hagebroekweg Ossenzijl	Lakeweg	Heuvenweg	Meenthebrug	Hoogeweg
eigendom	al langer grotendeels van SBB	al langer grotendeels van SBB	al langer grotendeels van SBB	(onderdeel van afvoer Grote Polder)	al langer grotendeels van SBB
bemesting nu	niet/heel beperkt bemest	niet/heel beperkt bemest	niet/heel beperkt bemest	recent verworven door SBB	recent verworven door SBB
inrichting/beheer	beheer	beheer	beheer	niet bemest	niet/heel beperkt bemest
uitvoeringsperiode	2de periode	2de periode	2de periode	inrichting	beheer
nalevering uit bemesting verleden	vermoedelijk niet	vermoedelijk niet	vermoedelijk niet	2de periode	2de periode
oppervlakte EHS (ha)	5	24	15	mogelijk	vermoedelijk niet
oppervlakte gehele polder (ha)	onderdeel van de boezem	onderdeel van de boezem	onderdeel van de boezem	16	36
Belang voor toekomstige P-reductie	geen	geen	geen	309	onderdeel van de boezem
				zeer beperkt (raakt maximaal 0,04% van totale P-belasting kwijt: 16/309ste deel van een bron die slechts 0,7% van de totale P-belasting is)	geen
code	4	5a	5b	D	C
naam	Verbindingszone Weerribben-Rottige Meenthe (polder Marker- en Tussenbroek)	Baarlingerpolder	Noord Manen (Westzijde polder Wetering-West)	Oostzijde Wetering-West	Wetering-Oost
eigendom	recent verworven door SBB	recent verworven door SBB	al langer van SBB of recent verworven door SBB	recent verworven door SBB en al ingericht	recent verworven door SBB en al ingericht
bemesting nu	niet bemest	niet bemest	niet bemest	niet bemest	niet bemest
inrichting/beheer	inrichting	inrichting	inrichting	al ingericht	al ingericht
uitvoeringsperiode	1ste periode	1ste periode	grotendeels 1ste periode	al voor de 1ste periode	al voor de 1ste periode
nalevering uit recente bemesting	mogelijk	mogelijk	mogelijk gedeelte van het gebied	mogelijk	mogelijk
oppervlakte EHS (ha)	58	31	78	98	114
oppervlakte gehele polder (ha)	550	614		1356	
Belang voor toekomstige P-reductie	zeer beperkt (raakt maximaal 0,11% van totale P-belasting kwijt: 58/550ste deel van een bron die slechts 1,0% van de totale P-belasting is)	zeer beperkt (raakt maximaal 0,03% van totale P-belasting kwijt: 31/614ste deel van een bron die slechts 0,6% van de totale P-belasting is)	beperkt (raakt maximaal 2,3% van totale P-belasting kwijt: 290/1356ste deel van een bron die 11,0% van de totale P-belasting is; vermoedelijk is de afname nog een stuk beperkter doordat Wetering-West en -Oost al jaren ingericht zijn en er bij de plannen rekening is gehouden met een zo beperkt mogelijk nalevering; de maatregelen in de Noord Manen moeten wel nog worden uitgevoerd maar dit zal een zeer beperkte invloed hebben op de totale P-belasting. Namelijk maximaal 0,6% van totale P-belasting: 78/1356ste deel van een bron die 11,0% van de totale P-belasting is)		
code	6	7	8	9	10
naam	Muggenbeet	Omgeving Dwarsgracht	Weidevogelgebied Giethoorn-Wanneperveen	Verbinding Wieden-Vollenhovermeer	Duinweg Leeuwte
eigendom	(55% onderdeel van polders Tussen de Diepen, Heven & Duinigermeer; 45% onderdeel van de al langer van NM, recent verworven of particulier (ca. 110ha)	vooral particulier	al langer grotendeels van NM	(34% is onderdeel van polder Duinweg en 66% ligt langs het Vollenhovermeer)	vooral particulier
bemesting nu	110 ha wordt nog bemest, waarvan vermoedelijk 75 ha ook op termijn bemest zal blijven	matig bemest (27 ha)	wordt bemest	wordt gedeeltelijk bemest; op zeker 10 ha zal de bemesting stoppen	wordt bemest; op 19 ha zal de bemesting stoppen
inrichting/beheer	inrichting	beheer	beheer	inrichting	inrichting
uitvoeringsperiode	1ste periode	1ste periode	1ste periode	1ste periode	2de periode
nalevering uit recente bemesting	mogelijk	vermoedelijk	blijft bemest worden	vermoedelijk	vermoedelijk
oppervlakte EHS (ha)	185 in polders en 159 in de boezem	34	149	41, waarvan 14 in polder Duinweg	22
oppervlakte gehele polder (ha)	207 in polders en rest in de boezem	onderdeel van de boezem	onderdeel van de boezem	85	onderdeel van de boezem
Belang voor toekomstige P-reductie	zeer beperkt (raakt in de polders maximaal 0,26% van totale P-belasting kwijt: (185-75)/207ste deel van bronnen die slechts 0,5% van de totale P-belasting zijn; hierbij is er vanuit gegaan dat 75 ha van het gebied toch bemest blijft; gedeelte in de boezem is in eerdere P-balansen niet meegenomen)	zeer beperkt (gaat om kleine oppervlakten; reductie is niet in te schatten omdat het eerder niet is meegenomen in de P-balansen vanwege ligging in de boezem)	geen, want blijft bemest worden	zeer beperkt (raakt in de polders maximaal 0,02% van totale P-belasting kwijt: 14/85ste deel van een bron die slechts 0,1% van de totale P-belasting is; gedeelte langs Vollenhovermeer is niet meegeneomen want zat ook niet in de eerdere P-balansen: aangezien de inlaat vanuit gemaal Stroink slechts 1% van het totaal is zal deze afname ook zeer beperkt zijn)	zeer beperkt (gaat om kleine oppervlakten; reductie is niet in te schatten omdat het eerder niet is meegenomen in de P-balansen vanwege ligging in de boezem)

code naam	11 Sint Jansklooster/Voet Hoge Land	12a & 12b Omgeving Bult-Schutsloot & Oostelijke Wetering	13a Zomerdijk/Zwartsluis (Polder Beukers) recent verworven door NM en particulier particuliere gronden worden nog bemest	13b & 13c Zomerdijk/Beukers & Doosje recent verworven door NM en particulier particuliere gronden worden nog bemest	15 Middenweg/Kooiweg al langer van NM vermoedelijk matig bemest
eigendom bemesting nu	vooral particulier wordt bemest; op minimaal 32 ha zal de bemesting stoppen maar het liefst overal	particulier grotendeels bemest			
inrichting/beheer uitvoeringsperiode nalevering uit recente bemesting	beheer 1ste periode vermoedelijk	beheer 2de periode onzeker of dit gebied daadwerkelijk omgezet gaat worden. Er wordt daarom vanuit gegaan dat de bemesting blijft	inrichting 2de periode vermoedelijk	inrichting 2de periode vermoedelijk	beheer 2de periode blijft vermoedelijk matig bemest worden
oppervlakte EHS (ha) oppervlakte gehele polder (ha) Belang voor toekomstige P-reductie	67 onderdeel van de boezem zeer beperkt (gaat om kleine oppervlakten; reductie is niet in te schatten omdat het eerder niet is meegenomen in de P-balansen vanwege ligging in de boezem)	41 onderdeel van de boezem geen, want blijft vermoedelijk bemest worden	42 92 geen, want polder Beukers loost zijn water niet langer meer direct op de boezem. Dit heeft overigens een maximale reductie van 0,4% op de totale P-belasting opgeleverd	22 beïnvloed de boezem niet direct geen, want deze locaties lozen hun water al lange tijd niet direct op de boezem	10 beïnvloed de boezem niet direct geen, want deze locatie loost het water al lange tijd niet direct op de boezem
code naam	14 Polder Giethoorn	G Beulakerpolder	H Stroomgebied Wapserveense Aa & Steenwijker Aa	I Nieuwveense Landen (polder Nijeveen/Kolderveen) gemeente Meppel grotendeels bemest	
eigendom bemesting nu	recent verworven door NM vermoedelijk nog bemest, maar wel volledig stoppen met bemesting	recent verworven door NM en al ingericht niet bemest	- gedeeltelijk nog bemest		
inrichting/beheer uitvoeringsperiode nalevering uit recente bemesting oppervlakte EHS (ha)	inrichting 2de periode vermoedelijk 75	al ingericht al voor de 1ste periode mogelijk 185	inrichting & beheer onbekend vermoedelijk 917, ingeschat op basis van gegevens van de provincie Drenthe (Sipke Holtes) 10178, waarbij er vanuit is gegaan dat 65% van het stroomgebied bestaat uit landbouwgrond (Arcadis 2008)	inrichting 1ste en 2de periode mogelijk 105	
oppervlakte gehele polder (ha)		1370		2808	
Belang voor toekomstige P-reductie	beperkt (raakt maximaal 2,4% van totale P-belasting kwijt: 260/1370ste deel van een bron die 12,6% van de totale P-belasting is; vermoedelijk is de afname nog een stuk beperkter doordat de Beulakerpolder al jaren ingericht is en er bij de plannen rekening is gehouden met een zo beperkt mogelijk nalevering; de maatregelen in polder Giethoorn moeten wel nog worden uitgevoerd maar dit zal een zeer beperkte invloed hebben op de totale P-belasting. Namelijk maximaal 0,7% van totale P-belasting: 75/1370ste deel van een bron die 12,6% van de totale P-belasting is)		beperkt (raakt in de polders maximaal 1,8% van totale P-belasting kwijt: 917/10178ste deel van bronnen die 20% van de totale P-belasting is)	zeer beperkt (raakt maximaal 0,44% van totale P-belasting kwijt: 105/2808ste deel van een bron die verantwoordelijk is voor 11,7% van de totale P-belasting is)	