

Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied

**Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem
van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het
oog op de Natura-2000 doelen**



Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied

**Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het
IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-
2000 doelen**

Ruurd Noordhuis
Simon Groot
Miguel Dionisio Pires
Maaïke Maarse

1207767-000

Titel

Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

Trefwoorden

ANT, IJsselmeer, Markermeer, IJmeer, nutriënten, klimaat, watervogels, Spiering, mosselen.

Samenvatting

Voor u ligt het wetenschappelijk eindadvies Autonome Neergaande Trendstudie in het IJsselmeergebied (ANT-IJG). Deze studie (2009-2013) gaat in op de volgende vragen:

1. Welke mechanismen in het IJsselmeergebied zijn de grootste veroorzakers van de neergaande trends?
2. Zijn de huidige instandhoudingsdoelen haalbaar zonder aanvullende maatregelen?
3. Welke maatregelen zijn effectief om de instandhoudingsdoelen te bereiken?
4. Welke niveaus van instandhoudingsdoelen kunnen worden bereikt tegen welke financiële inspanning?

Deze samenvatting schetst eerst de context van de wetenschappelijke studie en geeft vervolgens antwoord op elk van de hiervoor gestelde vragen.

Achtergrond

Voor het IJsselmeer en het Markermeer-IJmeer zijn in 2009 Natura 2000 instandhoudingsdoelen vastgesteld. Daarbij is besloten om geen herstelopgaven te formuleren voor een tiental vogelsoorten waarvan de aantallen voorafgaand aan het formuleren van de doelen waren afgenomen (neergaande trends). In plaats daarvan zijn behoudsdoelen opgesteld op basis van de situatie in de periode 1999-2003. In combinatie daarmee heeft Rijkswaterstaat onderzoek toegezegd naar de oorzaken van de neergaande trends, naar de mogelijkheden om deze trends te keren en naar de kosten die daarmee gemoeid zijn. Op basis van deze toezegging is de ANT studie uitgevoerd (2009-2013). De Raad van State heeft (tijdens dit ANT onderzoek) op 14 december 2011, naar aanleiding van een rechtszaak over de hoogte van de draagkracht die in een aantal instandhoudingsdoelen werd voorgeschreven, een uitspraak gedaan die ertoe heeft geleid dat de instandhoudingsdoelen van enkele soorten visetende watervogels in het IJsselmeer naar boven werden bijgesteld.

De resultaten van deze ANT-IJG studie vormen de basis voor een advies over haalbare en uitvoerbare Natura-2000 doelen. Het ministerie van EZ zal het voorliggende ANT-IJG advies gebruiken bij de evaluatie en eventuele bijstelling van de instandhoudingsdoelen voor het IJsselmeer en Markermeer/IJmeer. De resultaten van ANT-IJG zijn ook van belang voor het advies van het praktijkgerichte onderzoeksprogramma NMIJ (Natuurlijk(er) Markermeer-IJmeer). NMIJ onderzoekt in hoeverre met grootschalige maatregelen natuurwaarden kunnen worden versterkt en behouden. Doel van NMIJ is om te kijken of deze grootschalige maatregelen bijdragen aan een ToekomstBestendig Ecologisch Systeem (TBES) in het Markermeer-IJmeer. NMIJ rapporteert jaarlijks over de voortgang en brengt eind 2015 een eindadvies uit.

Titel
Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

Mechanismen achter de neergaande trends in vogelaantallen

Het IJsselmeergebied is voor veel watervogelsoorten van grote betekenis, in het bijzonder tijdens de winter. Sommige soorten, zoals Meerkoet en Aalscholver, doen het hier goed. De ANT-studie in het IJsselmeergebied heeft betrekking op tien soorten watervogels die in het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer voorkomen. Deze tien soorten zijn voorafgaand aan de formulering van de Natura 2000-instandhoudingsdoelen in aantal afgenomen. Het betreft vier soorten die zich voeden met ongewervelde bodemdieren ("benthoseters") - Kuifeend, Tafeleend, Topper en Brilduiker en zes soorten viseters - Fuut, Grote Zaagbek, Nonnetje, Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw. Veel veranderingen hebben zich in een relatief korte tijd gedurende de jaren negentig voorgedaan. Hoewel bij sommige soorten al in de tweede helft van de jaren 80 sprake is van een neergaande trend, zijn de afnames vooral sterk rond 1996. In het Markermeer-IJmeer is de neergaande trend sterker dan in het IJsselmeer. Vanwege de afname van Driehoeksmossel en Spiering in het IJsselmeergebied is in het ANT-onderzoek de focus gelegd op de rol van afnemende voedselbeschikbaarheid als oorzaak voor neergaande vogeltrends.

Afname vogelsoorten slechts in beperkte mate veroorzaakt door externe factoren

De afname van watervogels kan in principe veroorzaakt worden door factoren buiten het gebied. Er zou bijvoorbeeld sprake kunnen zijn van een wereldwijde afname van de soorten of er kan een noordwaartse verschuiving van overwinteringsgebieden zijn opgetreden als gevolg van klimaatverandering en nieuwe aantrekkelijke gebieden. Een wereldwijde afname van aantallen van watervogelsoorten geldt vooral voor Tafeleend, Topper en Zwarte Stern. Andere soorten zoals Fuut, Nonnetje, Grote Zaagbek en Brilduiker zijn wereldwijd juist toegenomen. Een noordwaartse verschuiving van het overwinteringsgebied als gevolg van klimaatverandering (*global warming*) gaat op voor de soorten Brilduiker, Nonnetje, en in minder mate Grote Zaagbek en Tafeleend. Veranderingen in de omvang en de verspreiding van de internationale populaties vormen echter niet de belangrijkste oorzaak voor de neergaande trends in het IJsselmeergebied.

Voor de benthoseters (Kuifeend, Tafeleend, Topper en Brilduiker) geldt deels dat andere gebieden, zoals de Randmeren, aantrekkelijk zijn geworden om te foerageren waardoor een deel van de populaties in het Markermeer en IJsselmeer is vertrokken naar die meer aantrekkelijke gebieden. Telgegevens laten zien dat de toename in de Randmeren niet de gehele afname in Markermeer en IJsselmeer kan verklaren. Zo ontbreekt de Topper bijvoorbeeld nagenoeg in de Randmeren. Viseters zijn toegenomen in de Randmeren, maar die toename is niet van dezelfde orde als de afname in het IJsselmeer en Markermeer, zo blijkt uit de tellingen. Daarom ligt het voor de hand om de oorzaken van de afname van visetende watervogels toe te schrijven aan vooral lokale omstandigheden in IJsselmeer, Markermeer en IJmeer.

Afname van voedingsstoffen ligt aan de basis van de neergaande trends

Door succesvolle bestrijding van eutrofiëring in de afgelopen decennia is de aanvoer van voedingsstoffen afgenomen. Na een periode van kunstmatige verrijking keert het systeem daardoor terug naar een natuurlijker stikstof- en fosfaatbalans. In de jaren zestig en zeventig was sprake van gestage toename van de aanvoer van fosfaat naar het IJsselmeergebied.

Titel

Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

De latere afname echter, verliep net als bij de afname van de vogelaantallen niet gelijkmatig, maar was sterk geconcentreerd in de tweede helft van de jaren tachtig (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater, wasmiddelenconvenant etc.). Vanaf 1990 is nog sprake van geringe afname. Wel is in het water van de meren na 2000 sprake van verdere afname van de opgeloste fractie van fosfaat (en stikstof). De huidige concentraties in de Rijn komen overeen met de oudst bekende situatie, namelijk die van het begin van de jaren vijftig. Er zijn geen ontwikkelingen die wijzen op een verdere afname of toename van de aanvoer van fosfaat en stikstof naar het IJsselmeergebied.

Andere soortsaamenstelling fytoplankton leidt tot een lagere voedselkwaliteit

In samenhang met de afname van de aanvoer en concentraties van fosfaat is begin jaren '90 de soortsaamenstelling van het fytoplankton veranderd. De "nieuwe" algen hebben een lagere voedselkwaliteit waardoor watervlooien (voedsel voor jonge vis) en mosselen in conditie en/of voortplanting worden geremd.

Verminderde kwaliteit fytoplankton leidt tot een lagere kwaliteit mosselen en verminderd voedselaanbod voor benthosetters

In navolging van de versnelde afname van de aanvoer van fosfaat heeft ook de verandering van de soortsaamenstelling van het fytoplankton zich grotendeels binnen korte tijd voltrokken, namelijk omstreeks 1991-1992. Ook dat was dus ruim vóór de periode waarop de behoudsdoelen zijn gebaseerd (1999-2003). Toch lijkt de C/P ratio van het zwevend stof daarna nog enigszins verder te zijn gestegen, een aanwijzing voor verdere afname van de voedselkwaliteit van de algen. De voortdurende afname van de lengtes en vetgehaltes van de mosselen ondersteunen deze verklaring.

Alternatieve prooien voor benthosetters

In 2007 werden de meren gekoloniseerd door de Quaggamossel, een nauwe verwant van de Driehoeksmossel. Er heeft echter geen herstel van de vogelpopulaties plaatsgevonden als reactie hierop, omdat ook de kwaliteit van deze mossel als voedsel slecht is. Wel zijn de overgebleven "mosseletende" watervogels inmiddels gedeeltelijk overgestapt op andere prooi-soorten, zoals slakjes, erwtenmosseltjes en vlokreeftjes.

Afname van populatie Spiering leidt tot minder voedselaanbod voor viseters

De afname van Spiering is het sterkst geweest in het midden van de jaren '90. Een complex aan oorzaken ligt hieraan ten grondslag. Behalve voedselrijkdom en -kwaliteit spelen ook visserij en temperatuur een rol bij de overleving. De visserijdruk is sterk toegenomen in de tweede helft van de jaren '80. Het aandeel grote Spiering nam af, aanvankelijk gecompenseerd door relatief grote hoeveelheden kleine Spiering. Begin jaren 90, toen ook de saamenstelling en voedingswaarde van het fytoplankton veranderde, nam ook de kleine Spiering af. Visserij heeft vooral effect op de populatie-omvang in het voorjaar, maar wordt als sterftefactor in de loop van de zomer "ingehaald" door andere sterftefactoren zoals temperatuur, voedselkwaliteit en uitspoeling van vis door de Afsluitdijk. Het feit dat Spiering niet duidelijk herstelt sinds het geregeld gesloten houden van de visserij sinds 2003 bevestigt dat visserij niet de enige factor is die de populatie omvang van Spiering bepaalt.

Titel
Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

Bij de Grote Zaagbek en het Nonnetje wordt het aantal dat in de meren verblijft niet alleen afhankelijk van het voedselaanbod, maar ook van de situatie in de Oostzee, waar ook veel vogels overwinteren. In winters met veel ijs op de Oostzee komen meer vogels naar Nederland, en worden de aantallen uit de instandhoudingsdoelen vaak gehaald. Dat kan erop wijzen dat de gevraagde draagkracht aanwezig is, maar niet in alle jaren wordt benut. Het is niet bekend in hoeverre deze draagkracht recent is gebaseerd op Spiering. Sinds 2009 is het water lokaal helderder door filtratie van de Quaggamosselen. Hierdoor verplaatst de Spiering zich uit deze gebieden naar de diepere delen en is de vangbaarheid van de aanwezige Spiering voor viseters verminderd. Van dit proces kan de voortgang slecht worden voorspeld.

Voedselaanbod Markermeer lager dan in het IJsselmeer door vlokvorming van algen met slib
De hoeveelheid vis per hectare en het relatieve vleesgewicht van de mosselen zijn in het Markermeer aanzienlijk lager dan in het IJsselmeer. Daarnaast is de afname van de Driehoeksmossel en de Spiering in het Markermeer sterker geweest, ondanks het feit dat concentraties van fosfaat sinds ongeveer 1990 nagenoeg identiek waren. Dit is waarschijnlijk het gevolg van vlokvorming van algen met slibdeeltjes. Daardoor bezinken de algen sneller en zijn ze minder geschikt als voedsel voor watervlooiën (voedsel voor vis) en mosselen. Door het lagere slibgehalte van het sediment en de grotere diepte speelt vlokvorming in het IJsselmeer een kleinere rol. Het verschil in productie tussen beide meren is in de jaren '80 versterkt en er is nog geen sprake van een kentering. De mate van vlokvorming is onder meer afhankelijk van de soortensamenstelling van het fytoplankton. Aangezien die weer samenhangt met de voedselrijkdom is het niet waarschijnlijk dat het verschil tussen de meren autonoom zal afnemen.

De belangrijkste conclusies van de systeemanalyse op een rij:

1. De autonome neergaande trends van de watervogels in het IJsselmeergebied zijn grotendeels in de regio zelf veroorzaakt.
2. Door afname van nutriënten is, meer dan de primaire productie, vooral de kwaliteit van algen als voedsel en als basis van de rest van het voedselweb verslechterd.
3. Vanaf begin jaren negentig is de productie van zoöplankton (onder andere voedsel voor Spiering) beperkt door de kwaliteit van algen. De voedingswaarde van mosselen is sinds die tijd ook sterk verslechterd.
4. Aanpassing van de soortensamenstelling van algen is de oorzaak van het afgenomen doorzicht in het Markermeer. De afname van het doorzicht wordt dus niet zoals eerder gedacht veroorzaakt door een toename van anorganisch slib alleen.
5. Interactie tussen algen en slibdeeltjes (vlokvorming gevolgd door sedimentatie) speelt een rol bij de verschillen in secundaire productie (biomassa zoöplankton, vis en mosselen) tussen IJsselmeer en Markermeer.
6. Het aandeel grotere Spiering in de spieringpopulatie is afgenomen nadat de visserijdruk toenam, aanvankelijk gecompenseerd door relatief grote hoeveelheden kleine Spiering. Begin jaren 90, toen ook de samenstelling en voedingswaarde van het fytoplankton veranderde, nam ook de kleine Spiering af.

Titel

Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

- De overgebleven “mosseletende” watervogels zijn inmiddels gedeeltelijk overgestapt op andere prooisorten, zoals slakjes, erwtenmosseltjes en vlokreeftjes. Er heeft geen herstel van de vogelpopulaties plaatsgevonden als reactie op de opmars van de Quaggamosse.
- De toename van Quaggamosselen heeft geleid tot een toename in helderheid van het water in het voorjaar, in het zuidelijke IJsselmeer en het IJmeer, waardoor ondiep duikende visetende vogels (Dwergmeeuw, Visdief en Zwarte Stern) in deze gebieden weinig Spiering vinden (omdat die liever in minder helder water zit).

Voor meeste doelsoorten zijn instandhoudingsdoelen niet haalbaar zonder maatregelen

De autonome trends in de waterkwaliteit zetten door. Het ecosysteem tendeeft daarmee naar een lagere draagkracht. Doelsoorten spelen weliswaar in op veranderend voedselaanbod, maar dit is bij de meeste soorten onvoldoende om de instandhoudingsdoelen te halen. Vooral de benthoseters zijn al in staat gebleken om gebruik te maken van een alternatief voedselaanbod, maar vooralsnog heeft dit alleen bij de Tafeleend geleid tot toename. Topper en Brilduiker profiteren minder van de verbreding van het voedselaanbod doordat ze pas laat in het seizoen arriveren.

Bij viseters is nog niet structureel sprake van een verbreding van het voedselaanbod. Grote Zaagbek en Nonnetje zullen minder van de toekomstige verbreding profiteren omdat ze pas laat in het seizoen arriveren. Daarnaast hebben viseters meer dan benthoseters last van de recente, autonome toename van de helderheid van het water. Dit geldt met name voor de soorten die niet diep kunnen duiken (Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw). De urgentie voor het nemen van maatregelen is dan ook het grootst bij deze viseters. Vanwege de combinatie van de lokale situatie en internationale afname van de populatie zijn ook maatregelen voor Kuifeend en Topper dringend gewenst.

De conclusies zijn dan ook:

- Bij de benthoseters profiteert sinds 2000 vooral de Tafeleend van de toename van alternatieve prooisorten. Voor de Tafeleend worden de instandhoudingsdoelen ruimschoots gehaald.
- De huidige instandhoudingsdoelen in IJsselmeer en/of Markermeer/IJmeer zijn niet haalbaar voor de benthoseters Topper en Kuifeend
- De huidige instandhoudingsdoelen zijn evenmin haalbaar voor de viseters Dwergmeeuw, Zwarte Stern en Visdief. Bij de viseters Nonnetje en Grote Zaagbek suggereren hoge aantallen in strenge winters (als gevolg van migratie vanuit Oostzee door ijsbedekking daar) dat de aanwezige draagkracht niet in alle jaren volledig wordt benut omdat tijdens zachte winters veel individuen van deze soorten in de Oostzee blijven.
- Van urgentie is sprake bij soorten die onder het instandhoudingsdoel liggen en waarvan de internationale populatie bovendien afneemt. Dat is het geval bij Kuifeend, Topper en Zwarte Stern.

Titel
Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

Effectieve Maatregelen voor realisatie instandhoudingsdoelen

De ANT vogelsoorten reageren sterk op de daling in aantallen van hun 'klassieke' prooi-soorten (Driehoeksmossel en Spiering) als gevolg van de afname van de aanvoer van nutriënten. De hoofdoorzaak van de neergaande trends, de afname van de hoeveelheid voedingsstoffen, kan niet structureel met maatregelen worden weggenomen. Dat komt omdat die afname een gevolg is van enkele decennia van beleid ter bestrijding van eutrofiëring, uiteindelijk vastgelegd in de normen van de Europese Kaderrichtlijn Water. De hoofdoorzaak is mogelijk versterkt door andere processen als klimaatverandering, menselijke verstoring, visserij en te weinig diversiteit (waardoor de vogels weinig prooikeuze hebben).

Niet alle betrokken vogelsoorten zijn even goed stuurbaar. De stuurbaarheid van de betrokken populaties hangt onder meer af van de flexibiliteit van de soorten in prooikeuze en de diversiteit van het voedselaanbod. Sturbare aspecten van diversiteit in het voedselaanbod hebben vooral betrekking op de zomer en het najaar. Populaties van vogelsoorten die alleen in de winter aanwezig zijn (Nonnetje, Grote Zaagbek, Brilduiker en Topper) zijn relatief moeilijk te beïnvloeden.

De afname van de beschikbaarheid en de kwaliteit van de Driehoeksmossel en de Spiering is niet gecompenseerd door goede alternatieve prooi-soorten voor deze vogels. Naast maatregelen die zich richten op het herstel van deze twee prooi-soorten, zijn maatregelen die zijn gericht op het stimuleren van alternatieve prooien en diversiteit van het aanbod daarom zinvol.

Hieronder wordt aangegeven welke maatregelen effectief zijn voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen.

Nutriënten herverdelen: amper effectief

De mogelijkheden om de beschikbare nutriënten in het IJsselmeergebied te herverdelen zijn beperkt. In het Markermeer heeft het waarschijnlijk geen effect omdat algen aan slib kleven, daardoor versneld bezinken en niet meer beschikbaar zijn voor zoöplankton en mosselen.

Vergroten habitat- en soortdiversiteit voor een klimaatrobuust systeem

Het internationale karakter van de klimaatverandering impliceert dat klimaatverandering *an sich* geen stuurknop waaraan de beheerder van het IJsselmeergebied kan draaien. Wel kan men het systeem klimaatrobuster maken door de habitat- en soortdiversiteit te vergroten. Het voedselweb is dan minder "overgeleverd" aan de reacties van afzonderlijke soorten op veranderingen. Hierbij kan worden gedacht aan het versterken van gradiënten in waterdiepte en doorzicht, betere ontwikkeling van land-water overgangen (in combinatie met een natuurlijker peil) en aan de verbindingen met de omgeving (bijvoorbeeld mogelijkheden voor visintrek).

Titel

Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

Stimuleren van diversiteit van waterplantrijke habitat verhoogt het voedselaanbod

Het stimuleren van waterplantenrijke habitats kan plaatsvinden door verondieping om de diversiteit in soorten en ruimtelijke structuur te stimuleren. De vorming van gebieden met waterplanten biedt mogelijkheden voor vissoorten als Blankvoorn, Baars en Driedoornige Stekelbaars. Benthoseters kunnen ook profiteren van waterplantenrijke habitats omdat deze veel macrofaunasoorten herbergen, zoals slakken en vlokreeftjes, en daardoor een alternatieve voedselbron bieden.

Verruimen van gradiënten in waterkwaliteit (en stimuleren van 'intermediair' doorzicht) vergemakkelijkt vangbaarheid

Uit de berekeningen met het slibmodel volgt dat bepaalde inrichtingsmaatregelen, met name de aanleg van luwte, resulteren in uitbreiding van het areaal met intermediaire doorzichten (ongeveer 40-80 cm). Viseters zijn van deze gebieden afhankelijk om de aanwezige vis te kunnen bemachtigen, want dat is niet mogelijk als het water te helder of te troebel is. Bij het ontwerp van (luwte)maatregelen is het belangrijk dat de omvang van dit areaal met intermediaire doorzichten behouden blijft of toeneemt. Gedeeltelijke opening van de Houtribdijk zou in potentie de doorzichtgradiënten in zowel het Markermeer als het IJsselmeer kunnen verruimen en daardoor het areaal met intermediaire zwevend stofgehaltes vergroten.

Visserij beperken en connectiviteit vergroten: goed voor de Visdief, Grote Zaagbek en Nonnetje

Het reduceren van de visserijdruk op Spiering werkt naar verwachting vooral positief op het broedsucces van de Visdief. Het effect op de beschikbaarheid voor andere viseters is onduidelijk omdat een verband tussen de visserijdruk en het aandeel grotere Spiering lijkt te ontbreken. Het reguleren van de visserij zal in elk geval niet meer resulteren in een volledige terugkeer naar de vroegere bestandsomvang van Spiering zoals in de jaren '80. In aanvulling op visserijmaatregelen zou het stimuleren van de intrek van Spiering en het reduceren van uitspoeling van deze vissoort door de Afsluitdijk zinvol kunnen zijn voor visetende soorten als Grote Zaagbek en Nonnetje.

Overige maatregelen - niet primair voedselgestuurd

De aanleg van rust- en broedgebied kan ook een belangrijke maatregel zijn, maar is in deze ANT- studie niet onderzocht omdat de focus op voedselbeschikbaarheid lag. Er zijn echter wel maatregelen te bedenken zoals ruimtelijke beperking van activiteiten als kitesurfing inclusief differentiatie naar seizoen en het plaatsen van slibschermen bij zandwinningsactiviteiten. Dit wordt geïmplementeerd in het beheerplan Natura 2000.

Effectieve maatregelen voor realisatie van instandhoudingdoelen zijn dus maatregelen gericht op:

1. Het vergroten van de connectiviteit
2. Het vergroten van de diversiteit van habitat en soorten, met name onderwater habitat
3. Het stimuleren van 'intermediair' doorzicht

Titel

Wetenschappelijk eindadvies
ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

In het kader van ANT is de omvang van maatregelen uitgewerkt in adviezen aan programma's als Toekomst Bestendig Ecologisch Systeem (TBES) en Natuurlijk(er) Markermeer-IJmeer (NMIJ) en in de vorm van een grove kostenindicatie.

Afgezien van enkele individuele maatregelen, bijvoorbeeld met betrekking tot connectiviteit, gaat het om grootschalige inrichting ten behoeve van een meer natuurlijke diversiteit aan habitats en soorten, waardoor het systeem robuuster wordt. Dit vergt pakketten van maatregelen waarvoor de investeringen starten bij tientallen miljoenen euro's. Dit is inmiddels uitgewerkt voor het Markermeer-IJmeer in het kader van TBES, en in mindere mate in het IJsselmeer in het licht van DPIJ. De onderdelen daarvan die voor de ANT vogelsoorten het meest relevant zijn, hebben betrekking op onderwater habitats, met name in de vorm van een structuurrijke en ruimtelijk gevarieerde begroeiing met waterplanten, waarin een breed scala aan vis en ongewervelden thuis is. De schaal hiervan moet zodanig zijn dat deze zones ook bijdragen aan de productiviteit van het open water.

Het advies is dus doorgaan op de ingeslagen weg ten aanzien van habitatontwikkeling en connectiviteit. Daarnaast is het zinvol visserijmaatregelen nader uit te werken en herverdeling van de resterende aanvoer van voedingsstoffen nader te verkennen.

De voor het behalen van de instandhoudingsdoelen benodigde omvang van dergelijke habitats is tot voor kort voornamelijk ontleend aan de indeling in ecologische zones (dieptezones) van vergelijkbare meren met een natuurlijke inrichting, met name het meer Peipsi in Estland. Bij de uitwerking en het ontwerp van "luwtezones" binnen TBES (Hoornsche Hop) wordt gepoogd dergelijke referentiewaarden (met name hectares benodigd areaal voor waterplanten) meer kwantitatief te onderbouwen. Voor enkele van de ANT vogelsoorten wordt dat uitgevoerd door met behulp van vogeltelgegevens en karteringen van waterplanten dichtheden van vogels in bestaande vegetatiezones te berekenen. De voorlopige resultaten ondersteunen, net als de resultaten van het ANT onderzoek, de ingezette lijn van TBES.







Bij het IJsselmeer ligt het accent van de geadviseerde maatregelen meer op connectiviteit en visstandsbeheer. Inrichtingsmaatregelen ten behoeve van een meer natuurlijke balans tussen habitats en dieptezones zijn hier kostbaarder door de grotere diepte en omvang van het meer. Ook is het toekomstige peilbeheer nog niet geheel duidelijk. Tenslotte is hier veel minder sprake van onttrekking van geproduceerde algen aan het voedselweb door vlokvorming, zoals in het Markermeer. Daardoor is er in het IJsselmeer minder ruimte voor herstel langs deze weg.

Titel
 Wetenschappelijk eindadvies
 ANT-IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1207767-000	1207767-000-ZWS-0005	82

Disclaimer

Dit wetenschappelijk ANT-eindadvies is opgesteld door een Consortium onder leiding van Deltares in opdracht van en in samenspraak met Rijkswaterstaat. De inhoud van dit advies is gebaseerd op de tot eind 2013 beschikbare meetgegevens en analyseresultaten. De resultaten en conclusies in dit advies moeten daarom met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd. Het is om die reden dat gebruik en toepassing van informatie uit dit rapport altijd kritisch moet worden beschouwd. Raadpleeg bij twijfel de opdrachtgevers en samenstellers. De auteur(s), opdrachtnemer en opdrachtgever zijn niet aansprakelijk voor eventuele schade, direct of indirect, welke voortkomt uit het gebruik of de toepassing van deze informatie en/of deelresultaten.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	mrt. 2014	Ruurd Noordhuis		Ies de Vries		Gerard Blom	
		Simon Groot		Hans Los			
		Maike Maarse		Gerda Lenselink			

Status
 definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Projectgroep en clusterindeling	1
1.2	Aanpak	3
1.3	Monitoring	4
2	ANT eindadvies op basis van jaarlijkse tussentijdse adviezen	7
2.1	Centrale vragen bij de opzet van het advies	7
2.2	Het wetenschappelijk eindadvies ANT	8
3	De neergaande trends	9
3.1	Selectie van vogelsoorten en populatietrends	9
3.2	Instandhoudingsdoelen en toetsing	11
4	Oorzaken van neergaande trends	15
4.1	Trekvogels: oorzaken buiten het gebied	15
4.1.1	Internationale aspecten	15
4.1.2	Verschuivingen in de verspreiding binnen het gebied en “wegzuiging” naar de randmeren	17
4.2	Verandering in de voedselvoorziening van ANT vogels	18
4.3	Lokale oorzaken van neergaande trends	19
4.4	Conclusies: Productiviteit en voedselbeschikbaarheid	28
5	Haalbaarheid van de instandhoudingsdoelen zonder maatregelen	31
5.1	Haalbaarheid doelen voor benthoseters	31
5.1.1	Omgaan met alternatief voedselaanbod door benthoseters	32
5.1.2	Haalbaarheid doelen voor de verschillende benthoseters	33
5.2	Haalbaarheid doelen voor viseters	34
5.2.1	Omgaan met veranderde condities door viseters	34
5.2.2	Haalbaarheid doelen voor de verschillende viseters	34
5.3	Urgentie van maatregelen	36
5.3.1	Urgentie op basis van haalbaarheid doelen zonder maatregelen	36
5.3.2	Urgentie op basis van internationale populatieontwikkeling	37
5.4	Conclusies	37
6	Stuurbaarheid van vogelaantallen en herstelmaatregelen om de instandhoudingsdoelen te halen	39
6.1	Stuurbaarheid vogelaantallen	39
6.1.1	Kernpunten uit het onderzoek ten aanzien van stuurbaarheid van vogelaantallen	42
6.1.2	Stuurbaarheid per vogelsoort	43
6.2	De maatregelen	45
6.2.1	Nutriënten: toename beschikbaar N en P	45
6.2.2	Primaire productie: toename productie fytoplankton	48
6.2.3	Voedselkwantiteit primair (algen) verhogen: slib Markermeer	50
6.2.4	Voedselkwaliteit primair (algen) verbeteren: P/C-ratio, soortsamenvesting	54
6.2.5	Voedselkwantiteit secundair (benthos) verhogen	54
6.2.6	Voedselkwaliteit secundair (benthos)	55

6.2.7	Voedselkwantiteit secundair (vis)	57
6.2.8	Voedselkwaliteit secundair (vis)	60
6.2.9	Maatregelen met betrekking tot broed- rui- en rustfuncties voor vogels	62
6.3	Clustering en prioritering van maatregelen	63
6.3.1	Individuele maatregelen	65
6.3.2	Clusters van inrichtingsmaatregelen	65
6.4	Urgentie en prioritering vanuit de opgaven voor vogels	66
6.5	Synthese maatregelen	68
7	Doelstellingen per vogelsoort	71
7.1	Benthoseters	71
7.2	Viseters	72
8	Referenties	77

1 Inleiding

Bij het vaststellen van de Natura 2000-doelen is voor het IJsselmeer en het Markermeer/IJmeer besloten om geen herstelopgave te formuleren ondanks de autonome neergaande trends in vogelaantallen. Rijkswaterstaat heeft dus op dat moment niet de taak op zich genomen om de autonome neergaande trends om te buigen. Rijkswaterstaat heeft wel onderzoek toegezegd naar mogelijkheden om de neergaande trends te keren, en naar de kosten die daarmee gemoeid zijn. Dit onderzoek is in de jaren 2009 – 2013 uitgevoerd. Inmiddels is de situatie enigszins gewijzigd, aangezien een uitspraak van de Raad van State in december 2011 heeft geleid tot vervanging van behoudsdoelen door verbeterdoelen voor Fuut, Grote Zaagbek, Nonnetje en Zwarte Stern in het IJsselmeer.

De resultaten van de ANT-IJG studie (Autonome Neergaande Trends in het IJsselmeergebied) vormen de basis voor een advies over haalbare en uitvoerbare Natura-2000 doelen. Het ministerie van EZ zal dit advies gebruiken bij de evaluatie en eventuele bijstelling van de instandhoudingsdoelen voor het IJsselmeer en Markermeer/IJmeer. Daarnaast zal het programma Natuurlijker Markermeer-IJmeer (NMIJ) uiterlijk in 2015 advies uitbrengen over de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van een robuust, toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES). ANT en NMIJ hebben jaarlijks geadviseerd over de voortgang van de kennisontwikkeling. Met betrekking tot het Markermeer en IJmeer is het ANT-advies van belang geweest voor de plan- en besluitvorming rond de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer (WMIJ) en een Natuurlijk Markermeer-IJmeer (NMIJ). Met betrekking tot het IJsselmeer is de door DPIJ (DeltaProgramma IJsselmeergebied) uit te zetten koers een belangrijke pijler.

Nauwe samenhang met de ANT-studie IJsselmeergebied hebben de studies die worden verricht in het kader van Natuurlijker Markermeer-IJmeer (NMIJ), studies binnen *Ecoshape - Building with Nature* en de reguliere monitoring van vogels, vissen, mosselen, waterplanten en waterkwaliteit door Rijkswaterstaat.

De ANT-studie is uitgevoerd in samenwerking met het programma Building with Nature door een onderzoeksconsortium dat naast Deltares bestaat uit de Universiteit van Wageningen (WUR-vakgroep aquatische ecologie en waterkwaliteitsbeheer), het NIOO-KNAW (afdeling aquatische ecologie), IMARES-WUR (afdeling vis), de TU Delft en het IVM (VU-Amsterdam). Het onderzoeksconsortium is bij de uitvoering van de werkzaamheden actief bijgestaan door diverse gebiedsdeskundigen van RWS Water, Verkeer en Leefomgeving (voorheen Waterdienst en RWS IJsselmeergebied/Midden Nederland). Aanvullende opdrachten zijn uitgevoerd door medewerkers van Delta, Waterfauna, Bureau Waardenburg bv en Sovon Vogelonderzoek Nederland.

1.1 Projectgroep en clusterindeling

Het project ANT (Autonome Neergaande Trends) IJsselmeergebied is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat en in samenwerking met het Ministerie van EZ en Building with Nature. Het project is uitgevoerd onder regie van Deltares en onder begeleiding van een projectgroep waarin de opdrachtgevers zitting hadden met de volgende personen (in wisselende combinaties):

Projectgroep

Hans Drost (RWS WVL)
Marieken Meijerink (RWS WVL)
Ute Menke (RWS WVL)
Wouter Iedema (RWS IJsselmeergebied)
Erik van Slobbe (Building with Nature, WUR)
Jacco Maissan (EZ)
Wilbert van Vliet (EZ)
Pieter Joop (EZ)
Cees van den Brand (EZ)
Simon Groot (Deltares)
Ruurd Noordhuis (Deltares)

Door de toenmalige Waterdienst van Rijkswaterstaat (thans Water, Verkeer en Leefomgeving, WVL) is in 2008 besloten de uitvoering van het project grotendeels in te vullen door inzet van drie aio's, met als onderwerpen vis (Spiering), filterfeeders (plankton en mosselen) en ecosysteemanalyse. Door het onderzoeksprogramma Building with Nature werden daar twee aio's aan toegevoegd met als onderwerpen slib en waterplanten. Aanvullend werk werd uitbesteed. Het onderzoek is zo doende uitgevoerd door vijf aio's en enkele opdrachtnemers van marktorganisaties, begeleid door wetenschappers van diverse instanties en geïntegreerd door Deltares. De onderzoekers en begeleiders waren verdeeld in zes clusters:

Cluster ecosysteem

Jochem 't Hoen (AIO Deltares / WUR)
Wolf Mooij (NIOO, promotor Jochem 't Hoen)
Marten Scheffer (WUR, copromotor Jochem 't Hoen)
Egbert van Nes (WUR, clustertrekker, copromotor Jochem 't Hoen)
Hans Los (Deltares)
Valesca Harezlak (Deltares)
Ies de Vries (interne referent Deltares)
Harry Hosper (RWS WVL)

Cluster slib

Miguel de Lucas Pardo (AIO Building with Nature / TUDelft)
Han Winterwerp (TUDelft/Deltares, clustertrekker, promotor Miguel de Lucas Pardo)
Charlotte Schmidt (RWS WVL)
Marieke Eleveld (VU-IVM)
Pascal Boderie (Deltares)
Menno Genseberger (Deltares)
Jeroen Postema (RWS IJG)
Thijs van Kessel (Deltares)

Cluster filterfeeders

Dirk Sarpe (AIO RWS / NIOO)
Bas Ibelings (NIOO, clustertrekker, copromotor Dirk Sarpe)
Ellen van Donk (NIOO, promotor Dirk Sarpe)
Bram bij de Vaate (Waterfauna, opdrachtnemer mosselen)
Miguel Dionisio Pires (Deltares)

Cluster vis

Marieke Keller (AIO RWS / WUR-Imares)
Joep de Leeuw (WUR-Imares)
Adriaan Rijnsdorp (WUR-Imares, clustertrekker, promotor Marieke Keller)
Martin de Graaf (WUR-Imares)
Charlotte Deerenberg (WUR-Imares)

Cluster vogels

Stef van Rijn (opdrachtnemer Delta)
Ruurd Noordhuis (Deltares, clustertrekker)
Mennobart van Eerden (RWS WVL)
Maarten Platteeuw (RWS WVL)
Bijdrage van Sovon (Marc van Roomen)
Bijdrage van Bureau Waardenburg (Jan van der Winden)

Cluster waterplanten

Bastiaan van Zuidam (AIO Building with Nature / WUR)
Marten Scheffer (WUR, promotor Bastiaan van Zuidam)
Gerben van Geest (Deltares, clustertrekker, copromotor Bastiaan van Zuidam)
Edwin Peters (WUR, copromotor Bastiaan van Zuidam)
Liesbeth Bakker (NIOO)

1.2 Aanpak

Door middel van de keuze van de onderwerpen van de aio's heeft RWS gekozen voor een benadering van het ecosysteem die voorsorteerde op beperkingen via het voedselweb als oorzaken van afname van vogels (aanvankelijk keuze voor aio's op Spiering, Driehoeksmossel en slib, later iets gewijzigd). De top (de vogels) en (in iets mindere mate) de bodem van het voedselweb (de nutriënten) waren in deze strategie ondervertegenwoordigd. Door deze keuze is een aantal top-down opererende mechanismen die aan afname van vogels ten grondslag zouden kunnen liggen, zoals toenemende menselijke verstoring, niet of nauwelijks belicht. Ook modellering van nutriëntbelasting en primaire productie was slechts zeer beperkt mogelijk.

Gezien de uitkomsten van het onderzoek is deze keuze voor het voedselspoor grotendeels terecht geweest, voor zover het de oorzaken van de afnemende vogelaantallen betreft. Voor het uitwerken van maatregelen kan het onderbelichten van met name top-down aspecten (verstoring van vogels) echter toch een handicap zijn. Alle aio's, zowel als uitbestedingen op het gebied van voedselkeuze en verspreiding van vogels en van de populatie-ontwikkelingen van mosselen, hebben echter belangrijke puzzelstukken voor het begrip van de onder de neergaande vogeltrends liggende mechanismen geleverd. Het sluitstuk werd geleverd door modellering van primaire productie in het IJsselmeer, die met aanvullende middelen toch nog beperkt mogelijk was.

Het onderzoek heeft de kennis van het functioneren van het ecosysteem van de beide meren sterk verbeterd. Deze nieuwe kennis betreft vooral de mechanismen die zich in tijd en ruimte hebben afgespeeld in het voedselweb en de relatie van deze mechanismen met de invloed van de Rijn. Daarnaast is kennis verzameld over de reactie van vogels in voedselgebruik en aantalsverloop. Minder aan bod gekomen zijn de reacties in gedrag. Naast antwoorden op de oorspronkelijke vragen geven de resultaten van het onderzoek een gedetailleerde beschrijving en analyse van belangrijke ontwikkelingen die zich in de projectperiode hebben voorgedaan (opmars Quagga mossel en sterke toename helderheid).

1.3 Monitoring

De analyses die binnen het project zijn uitgevoerd zijn voor een zeer groot deel gebaseerd op monitoringsgegevens. Omdat de neergaande trends zich grotendeels in de jaren 90 hebben voltrokken, betrof dat in het bijzonder langjarige reeksen uit een combinatie van reguliere, landelijke monitoring (MWTL) en regionale monitoring (RWS-IJG), aangevuld met gegevens van meetpalen, deels speciaal geplaatst in het kader van het project. Daarnaast is in enkele clusters projectmonitoring uitgevoerd (Spiering, zoöplankton, mosselen).

Na beëindiging van het project wordt de projectmonitoring vanzelfsprekend afgesloten. Ondertussen is echter ook een proces gaande, waarbinnen nationale en regionale monitoring worden geïntegreerd en afgebouwd. Daardoor worden bijvoorbeeld sommige locaties uit het regionale meetnet niet meer gehandhaafd, en wordt de waterkwaliteit van het IJsselmeer en Markermeer straks nog slechts door één reguliere meetlocatie vertegenwoordigd. Daardoor wordt enerzijds de ruimtelijke variatie in de meren genegeerd en ontstaat een vertekend beeld in bijvoorbeeld maatlatscores van de Kaderrichtlijn Water (KRW), terwijl anderzijds over een aantal jaren geen reconstructies meer mogelijk zijn die de oorzaken van veranderingen in het systeem kunnen achterhalen.



Figuur 1.1 Het IJsselmeergebied (inclusief randmeren) met de namen van een aantal structuren en locaties die in het advies worden genoemd.

2 ANT eindadvies op basis van jaarlijkse tussentijdse adviezen

De ANT-studie IJsselmeergebied heeft zo veel mogelijk getracht de wetenschappelijke onderbouwing te leveren voor het bepalen van realiseerbare natuurdoelen in het IJsselmeergebied. In eerste instantie gaat het hierbij om de Natura-2000 doelen met een neergaande trend in het aantal watervogels (tabel 3.1) en daarnaast wordt NMIJ geassisteerd bij de adviezen over de haalbaarheid van natuurdoelen die samenhangen met het door WMIJ geformuleerde TBES (Toekomstbestendig Ecologisch Systeem).

Het onderzoeksconsortium heeft aan het eind van ieder kalenderjaar een ‘tussentijds wetenschappelijk advies’ opgesteld met een beschouwing van de meest relevante maatregelen en scenario’s. Het jaarlijkse wetenschappelijk tussentijds advies werd gebaseerd op de voortschrijdende inzichten van de gebiedsdeskundigen en de leading scientists van het onderzoeksconsortium en is in 2013 geëvolueerd tot dit eindadvies voor het IJsselmeergebied.

Dit eindadvies zal door Rijkswaterstaat worden aangeboden aan het ministerie van EZ. Het ministerie van EZ zal dit advies gebruiken bij de evaluatie en eventuele bijstelling van de instandhoudingsdoelen voor het IJsselmeer en Markermeer/IJmeer. De in dit eindadvies gepresenteerde bevindingen hebben betrekking op het IJsselmeer en het Markermeer-IJmeer.

2.1 Centrale vragen bij de opzet van het advies

Het onderzoek en de beantwoording van de ANT-beheervragen is door de opdrachtgever gestructureerd door middel van vragen. Deze vragen zijn hieronder weergegeven.

1. Welke mechanismen in het IJsselmeergebied zelf zijn de grootste veroorzakers van de neergaande trends?
2. Zijn de huidige instandhoudingsdoelen haalbaar zonder aanvullende maatregelen?
3. Welke maatregelen zijn effectief ten gunste van de instandhoudingsdoelen?
4. Welke niveaus van instandhoudingsdoelen kunnen worden bereikt tegen welke financiële inspanning?

De eerste twee vragen richten zich met name op onderzoek en analyse van stuurknoppen, de derde en vierde op de mogelijke maatregelen. Deze vier vragen worden in dit eindadvies zo goed mogelijk beantwoord met de in het project opgedane kennis. Belangrijk uitgangspunt bij het beantwoorden van de vragen voor het IJsselmeergebied is de haalbaarheid van de instandhoudingsdoelen van de geselecteerde vogelsoorten en de lokale stuurbaarheid van de desbetreffende populaties. Daarom gaat het inhoudelijke deel van dit advies (hoofdstuk 4) van start met een beschrijving van de trends in vogelaantallen in relatie tot de instandhoudingsdoelen en de internationale populatieontwikkelingen (van Roomen et al. 2012).

2.2 Het wetenschappelijk eindadvies ANT

De advisering geschiedt in twee stappen. Het onderzoeksconsortium levert een wetenschappelijk advies aan de ambtelijke projectgroep ANT. De ambtelijke projectgroep biedt dit ter kennisname aan aan de Stuurgroep Markermeer-IJmeer. Het wetenschappelijk advies bevat input uit de verschillende onderzoeksgroepen (clusters) van het onderzoeksconsortium en is van belang als basismateriaal voor het bestuurlijk advies. Het wetenschappelijk eindadvies is opgesteld op basis van bijeenkomsten met de leading experts, promovendi en gebiedsdeskundigen. Het advies is als volgt opgebouwd in relatie tot de vragen van de opdrachtgever:

Hoofdstuk 3: De neergaande trends:

- Om welke soorten gaat het en welke categorieën soorten zijn te onderscheiden?
- Hoe zien de aantalstrends van deze soorten er uit in relatie tot doelen?

Hoofdstuk 4: Oorzaken van neergaande trends:

- Liggen de oorzaken voornamelijk binnen het gebied of elders?
- Zijn de betreffende trends inderdaad primair voedselgestuurd?
- Welke mechanismen hebben de lokale voedselbeschikbaarheid doen afnemen?

Hoofdstuk 5: Haalbaarheid van de huidige doelen:

- Zijn de huidige doelen voor benthoseters duurzaam haalbaar zonder maatregelen?
- Zijn de huidige doelen voor viseters duurzaam haalbaar zonder maatregelen?
- Zijn er kansen op autonoom herstel?
- Wat zijn de sturingsmogelijkheden?

Hoofdstuk 6: Maatregelen:

In hoofdstuk 6 worden op basis van het voorgaande potentiële maatregelen beschreven. Deze zijn verdeeld in 1) maatregelen die de belangrijkste oorzaken van afname gedeeltelijk terugdraaien, 2) maatregelen gericht op herstel van de belangrijkste voedselsoorten, 3) maatregelen gericht op alternatieve prooien en 4) maatregelen gericht op andere functies voor vogels (broed-, rui- en slaapplekken).

Hoofdstuk 7: Doelvoorstellen per vogelsoort

In hoofdstuk 7 worden tenslotte op basis van de waargenomen trends, de opgedane ecologische kennis en de mogelijkheden voor maatregelen, voorstellen gedaan voor aanpassing van een deel van de huidige instandhoudingsdoelen.

De onderzoeksresultaten en inzichten van de leading experts, promovendi en gebiedsdeskundigen zoals beschreven in dit wetenschappelijk advies, zijn besproken met vertegenwoordigers van het onderzoeksprogramma NMIJ. Het NMIJ-project wordt in de periode 2010-2015 uitgevoerd door een consortium onder leiding van Royal Haskoning DHV, met Deltares als 'nominated subcontractor'. ANT bespreekt ieder jaar haar tussentijds wetenschappelijk advies met NMIJ en assisteert waar mogelijk bij het opstellen van het jaarlijkse NMIJ-advies.

3 De neergaande trends

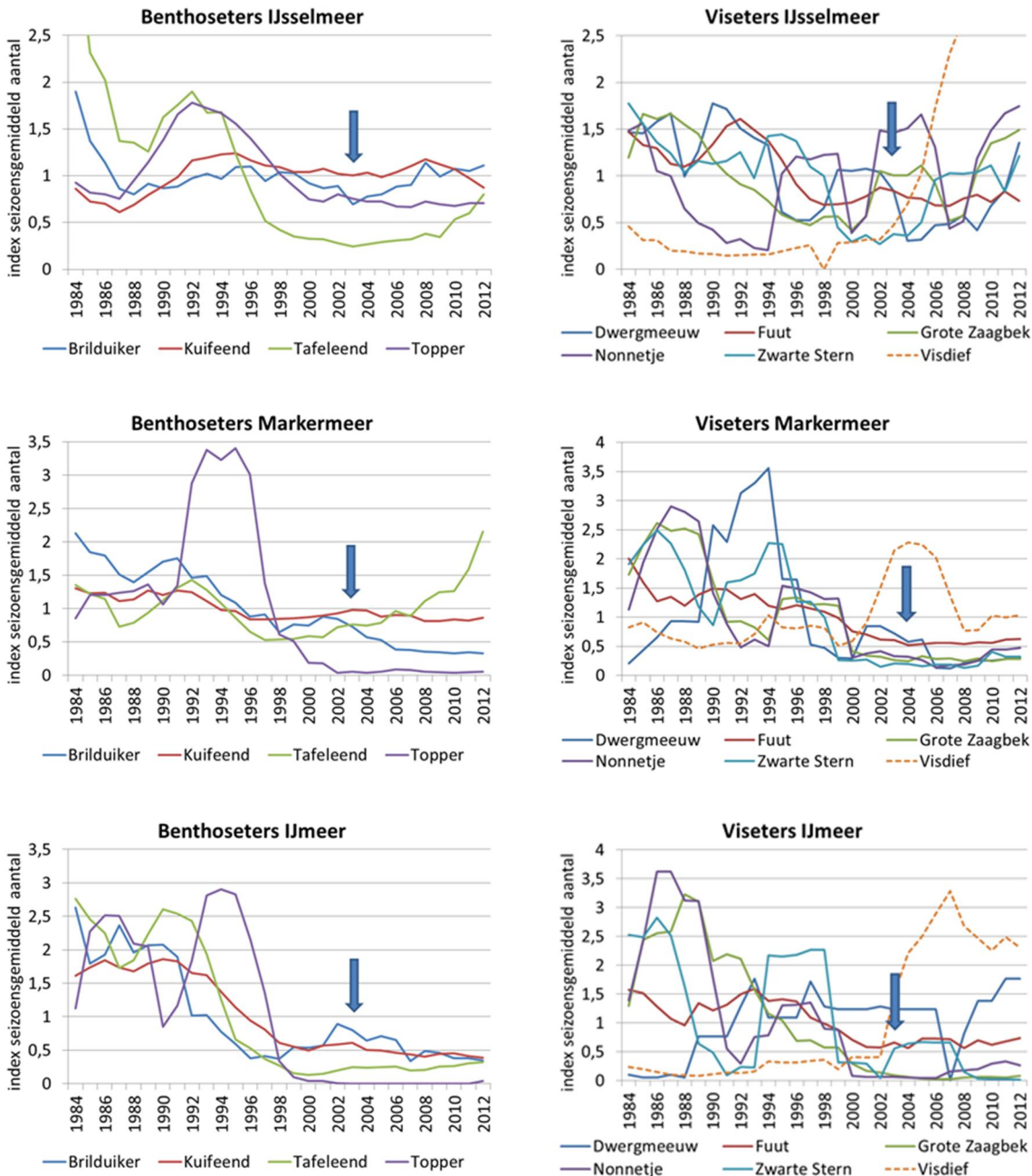
De neergaande trends waarvan in de titel van dit project sprake is, hebben betrekking op de afnemende populatieomvang van bepaalde watervogelsoorten in het IJsselmeer en het Markermeer-IJmeer. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de selectie van vogelsoorten voor dit onderzoek tot stand is gekomen, hoe doelen zijn geformuleerd, hoe de aantalsveranderingen zich hebben voorgedaan in relatie tot die doelen en welke relatie de veranderingen hebben met veranderingen op regionaal en internationaal niveau, met andere woorden welk deel van de veranderingen in het gebied zelf is veroorzaakt en welk deel juist niet. De resultaten van het ANT onderzoek naar de lokale mechanismen die hier achter zitten, worden besproken in hoofdstuk 4. Hieronder worden de recente ontwikkelingen in relatie tot de doelen in algemene zin besproken, gevolgd door een analyse van veranderingen in relatie tot veranderingen buiten het gebied. Voor de meeste van de besproken soorten gelden beide meren als doortrek- of overwinteringsgebied, en veranderingen in het gebied kunnen ook zijn beïnvloed door ontwikkelingen in de broedgebieden of door “wegzuiging” naar alternatieve voedselgebieden waar de draagkracht is toegenomen. Een soortspecifieke beschouwing van de ontwikkeling ten opzichte van de doelen en de haalbaarheid van de doelen volgt in hoofdstuk 5.

3.1 Selectie van vogelsoorten en populatietrends

Bij het ANT-project staan de aantallen vogels centraal. Het IJsselmeer en het Markermeer zijn van grote betekenis voor watervogels (o.a. van Eerden & bij de Vaate 1984, van Eerden & Zijlstra 1986, van Eerden 2001, van Eerden et al. 2005), en daarom zijn voor een groot aantal soorten instandhoudingsdoelen opgesteld in het kader van Natura 2000 (Ministerie van LNV 2006, van Eerden et al. 2005). Van een deel van die soorten zijn de populaties stabiel gebleven of in omvang toegenomen (bijvoorbeeld Meerkoet, Aalscholver). Binnen het project gaat het om een tiental soorten waarvan de populaties voorafgaand aan de formulering van het Natura 2000 doel waren afgenomen (o.a. Platteeuw et al. 2005, Noordhuis 2010; Tabel 3.1). Daarbij zijn vier benthoseters; Kuifeend, Tafeleend, Topper en Brilduiker. Deze soorten leven van ongewervelde dieren op de bodem van de meren, zoals mosselen. De andere zes zijn viseters; Fuut, Grote Zaagbek, Nonnetje, Dwergmeeuw, Visdief en Zwarte Stern. De laatste drie kunnen alleen stootduiken en hebben daarmee alleen toegang tot de bovenste laag van de waterkolom. Ze zijn afhankelijk van een kleinere selectie van vissoorten en gevoeliger voor veranderingen in doorzicht. Verder verschillen de soorten in de periode van het jaar waarin ze binnen het gebied verblijven. Soorten die jaarrond in het gebied aanwezig zijn hebben vaak in verschillende delen van het jaar een verschillende relatie met het gebied (bijvoorbeeld voedselkeuze, veiligheid), en in samenhang daarmee verschillen soms de trends binnen het jaar.

Tabel 3.1 Periode van aanwezigheid van de tien geselecteerde vogelsoorten

	zomer	jaarrond	winter
Benthoseters		Kuifeend Tafeleend	Topper Brilduiker
Viseters (diep duikend)		Fuut	Nonnetje Grote Zaagbek
Viseters (ondiep duikend)	Visdief Zwarte Stern	Dwergmeeuw	



Figuur 3.1 Geïndexeerde vijfjarige gemiddelden van de aantallen van de geselecteerde ANT-soorten. Eenheid: 1 = 100% van het gemiddelde aantal in de periode 1980/81-2012/13, op basis van maandelijkse vliegtuigtellingen van RWS (M. van Eerden). Het aangegeven jaar is dat van de eerste helft van het laatste van de vijf seizoenen, het seizoen waarna het betreffende gemiddeld beschikbaar komt (voorbeeld: 2012 = geïndexeerd gemiddelde van seizoenen 2008/09 t/m 2012/13). De pijlen geven aan welk vijfjarig gemiddelde is gebruikt als basis voor de behoudsdoelen (2003, dus 1999/2000 t/m 2003/04).

De trends van de populatieomvang wordt in overeenstemming met de wijze van vaststelling van het instandhoudingsdoel uitgedrukt in vijfjarige gemiddelden, meestal gebaseerd op aantallen, vastgesteld tijdens maandelijkse watervogeltellingen langs de randen van de meren. Figuur 3.1 toont de geïndexeerde trends die op deze manier zijn berekend. Absolute waarden van vijfjarige seizoensgemiddelden (net als bij de getallen in de instandhoudingsdoelen zijn deze niet gecorrigeerd voor het aandeel niet getelde vogels in open water) zijn te vinden in Tabel 3.2.

Veranderingen in het IJsselmeergebied hebben gedurende de afgelopen decennia bij verschillende vogelsoorten tot een sterk uiteenlopende respons geleid. Toch kan na analyse van de trends een aantal duidelijke, meer algemene conclusies worden getrokken (Figuur 3.1):

- Veel veranderingen hebben zich in een relatief korte tijd gedurende de jaren negentig voorgedaan. Hoewel bij sommige soorten al in de tweede helft van de jaren 80 sprake is van een negatieve tendens is meer in het algemeen vooral rond 1996 sprake van opvallende afnames;
- De geselecteerde vogelsoorten zijn in het Markermeer, maar vooral in het IJmeer, meestal sterker afgenomen dan in het IJsselmeer (Figuur 3.1; soortbesprekingen hoofdstuk 5);
- Vanaf ongeveer 1998 is in het algemeen sprake van stabilisatie en bij enkele soorten tekent zich recent enig herstel af.

3.2 Instandhoudingsdoelen en toetsing

De doelen voor deze soorten, met uitzondering van die van enkele soorten visetende vogels in het IJsselmeer, zijn ondanks de afnames behoudsdoelen. Ze zijn geformuleerd als behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor de aantallen vogels die zijn vastgesteld in de seizoenen 1999/2000 t/m 2003/2004 (onder andere Ministerie LNV 2006). In figuur 3.1 is deze periode weergegeven als vijfjarig gemiddelde aan het eind van deze periode, dus bij 2003 (pijlen). In de figuur is zo te zien dat de bewuste afnames in het algemeen in de periode daarvoor hebben plaatsgevonden.

De omvang van de populatie waarvoor in de doelen draagkracht wordt gevraagd, is uitgedrukt in seizoensgemiddelden (juli t/m juni van het volgende jaar, vervolgens gemiddeld over 5 seizoenen), op basis van maandelijkse tellingen van de randen van de meren. Het werkelijke aantal vogels dat van het gebied gebruik maakt is veel hoger. Enerzijds komt dat doordat vogels die in het midden van de meren foerageren niet allemaal zichtbaar zijn vanuit het vliegtuig (bij dagtellingen resulterend in schijnbaar lage doelen bij o.a. Dwergmeeuw). Anderzijds zijn veel soorten vooral in de wintermaanden aanwezig. Door de lage aantallen in de zomer zijn de seizoensgemiddelden dan relatief laag (bijvoorbeeld Nonnetje).

Sinds ongeveer 1998 liggen de vijfjarige gemiddelden van de aantallen, die voor toetsing worden gebruikt, vaak dichtbij het doel (soms iets hoger, soms iets lager). In het algemeen lijkt sprake van een voorzichtige positieve tendens, die echter nog in het niet valt bij de afnames van midden jaren negentig en niet op alle soorten en deelgebieden betrekking heeft (Figuur 3.1). In Tabel 3.2 is voor de afzonderlijke ANT soorten (verdeeld in benthoseters en viseters) af te lezen of de recente aantallen (vijfjarig gemiddelde 2008/09-2012/13 en het totale gemiddelde na de periode van doelvaststelling, dus na seizoen 2003/04) hoger of lager zijn dan de waarden in het doel, en in hoeveel jaren de aantallen uit het doel niet werden gehaald.

De tabel geeft in rood de vogelsoorten aan die in deze perioden gemiddeld onder het doel lagen, in groen soorten die voldeden aan de doelstelling. In oranje is aangegeven dat het doel weliswaar aantalsmatig gehaald werd, maar dat andere aspecten (broedsucces) niet op orde waren. Gearceerd zijn de aantallen van soorten waarvoor de gevraagde draagkracht in het doel niet is gekwantificeerd. In deze gevallen is bij behoudsdoelen, parallel aan de gekwantificeerde doelen, gerekend ten opzichte van de aanwezige aantallen in de periode 1999/2000 – 2003/04

Bij enkele soorten zijn aanvullende gegevens nodig voor het beschrijven van de populatieontwikkelingen. Vooral viseters foerageren voor een deel buiten het gebied dat maandelijks wordt geteld, zodat de populaties in feite groter zijn dan de tellingen aangeven. Daarnaast laten de trends bij de Zwarte Stern en de Visdief met behulp van de vliegtuigtellingen een positief beeld zien als gevolg van natuurontwikkeling (aanleg Hoeckelingsdam en Kreupel). De aantallen Zwarte Sterns in slaaplaatstellingen (waarin het IJsselmeerdoel is uitgedrukt) zijn echter nog relatief laag (van der Winden & Klaassen 2008). De Visdief heeft vanwege het geringe broedsucces (van der Winden et al. 2013) een ongunstige staat van instandhouding. Bij de viseters van het IJsselmeer zijn in Tabel 3.2 ook de nieuwe doelen aangegeven (Raad van State, Staatscourant nr. 15778, 30 juli 2012). Deze worden in de laatste vijfjarige periode voor het eerst grotendeels gehaald. De huidige aantallen van Nonnetje en Grote Zaagbek zijn relatief hoog door extra aanvoer uit het noorden in strenge winters (dichtvriezen Oostzee). Dit was overigens ook het geval in 1999-2003, de periode waaruit de aantallen zijn gebruikt als basis voor de behoudsdoelen.

Tabel 3.2 Eerste twee kolommen: de gemiddelde aantallen in de periode van de grootste afnames (1980/81 – 1994/95) en de aantallen waarvoor draagkracht aanwezig moet zijn op grond van de Natura 2000 doelen ("N2000 doel"; vetgedrukt de aantallen volgens de nieuwe instandhoudingsdoelen voor viseters in het IJsselmeer). Gekleurde kolommen: recente aantallen benthos- en visetende vogels (gemiddelde van de seizoenen 2008/09 t/m 2012/13) en gemiddelde aantallen in alle seizoenen na de periode die is gebruikt voor doelformulering (dus na seizoen 2003/04). Kleuren en arcering: zie tekst. De overige kolommen geven het aantal jaren na 1990 waarin het doel niet is gehaald en het percentage waarmee het gemiddelde na 2003/04 onder het doel ligt.

Vogelsoort	IJsselmeer						
	1980/81 t/m 1994/95	N2000 doel	2008/09- 2012/13	Aantal jaren onder doel na 1990	Gem aantal na 2003/04 (2004-2012)	Gem % onder doel	Gem % onder 1980-94
Benthoseters							
Kuifeend	11099	11300	10100	2	11423	0	0
Tafeleend	2298	310	850	4	636	0	72
Topper	31580	15800	17900	0	17769	0	44
Brilduiker	557	310	490	1	461	0	17
Viseters							
Fuut	2080	1300 / 2200	1130	14 / 19	1120	14 / 49	46
Nonnetje	92	180 / 180	220	15	149	17	0
Grote Zaagbek	1419	1300 / 1850	1880	16 / 21	1300	0 / 30	8
Dwergmeeuw*	77	50 / 85	80	13 / 20	58	0 / 32	25
Visdief broedpaar**	1749	3300	5486	14	5019	0	0
Visdief aantal	163	nvt (295)	2294	nvt (13)	1879	nvt (0)	0
Zwarte Stern slaappl***	71909	49700 / 73200	30600	14 / 17	33125	33 / 5	54
Zwarte Stern aantal	425	nvt (110)	347	nvt (5)	323	nvt (0)	24

Vogelsoort	Markermeer						
	1980/81 t/m 1994/95	N2000 doel	2008/09- 2012/13	Aantal jaren onder doel na 1990	Gem aantal na 2003/04 (2004-2012)	Gem % onder doel	Gem % onder 1980-94
Benthoseters							
Kuifeend	28965	18800	16020	10	16255	14	44
Tafeleend	6976	3200	6600	4	5323	0	24
Topper	2586	70	80	7	78	0	97
Brilduiker	383	170	80	7	79	53	79
Viseters							
Fuut	394	170	175	9	164	3	58
Nonnetje	315	80	90	5	76	5	76
Grote Zaagbek	289	40	50	1	49	0	83
Dwergmeeuw*	10	n.v.t. (6)	7	n.v.t. (11)	4	n.v.t. (29)	58
Visdief broedpaar**	759	630	255	9	533	15	30
Visdief aantal	78	n.v.t. (225)	139	n.v.t. (20)	136	n.v.t. (40)	0
Zwarte Stern slaapp***	?	n.v.t. (?)	5	n.v.t. (?)	?	n.v.t. (?)	?
Zwarte Stern aantal	292	n.v.t. (28)	33	n.v.t. (8)	24	15	92

*Er is geen gekwantificeerd doel voor de Dwergmeeuw in het Markermeer, weergegeven is daar de huidige situatie in vergelijking met de periode van doelvaststelling, 1999-2003. De gebruikte tellingen zijn steekproeven die slechts een fractie van het werkelijke aantal vertegenwoordigen.

**Broedvogeldoel; getallen betreffen het aantal broedparen. Aangegeven is in dit geval het gemiddelde over 2007-2011 (Netwerk Ecologische Monitoring, Sovon, RWS, CBS; www.sovon.nl). In het IJsselmeer is het aantal paren recent hoger geweest dan het doel (met name Kreupel), maar de staat van instandhouding is onvoldoende vanwege een zeer gering broedsucces (van der Winden et al. 2009, 2013; niet bekend voor Markermeer).

***Voor IJsselmeer seizoensmaxima op grond van slaapplaatsstellingen. Er is geen gekwantificeerd doel voor het Markermeer. Weergegeven is voor beide meren het gemiddelde maximum aantal per seizoen over 2005 t/m 2009, het vakje voor het Markermeer is rood op grond van afname in Sovon-data (Netwerk Ecologische Monitoring, Sovon, RWS, CBS; www.sovon.nl).

Gemiddeld gesproken zijn het vooral de viseters waarbij de aantallen lager zijn dan die uit het doel. Het meest zorgelijk is momenteel de situatie bij Zwarte Stern en Visdief (aanhoudend laag broedsucces; van der Winden et al. 2013). Bij één benthoseter, de Kuifeend, is echter op dit moment sprake van doorgaande afname ten opzichte van het doel in beide meren. Bij de Brilduiker is sprake van een structurele afname in het Markermeer, maar van toename in het IJsselmeer.

4 Oorzaken van neergaande trends

4.1 Trekvogels: oorzaken buiten het gebied

Vogels combineren hun aanwezigheid in het IJsselmeer en Markermeer vaak met het gebruik van andere gebieden. De meren zijn in de eerste plaats belangrijk voor trekvogels, die elders in Europa of aangrenzende delen van Siberië broeden, maar ook uitwisseling met alternatieve overwinteringsgebieden is mogelijk. Daarom is het van belang om allereerst te onderzoeken in hoeverre de neergaande trends in het gebied zelf zijn veroorzaakt.

Kernvraag

Ligt (een deel van) de oorzaak van de afnames van vogelaantallen buiten het IJsselmeergebied? Om dit te onderzoeken zijn deze aantalsveranderingen vergeleken met veranderingen in andere belangrijke gebieden voor de betrokken soorten. Twee aspecten zijn daarbij relevant:

Deelaspecten

- 1 veranderingen in de omvang en de trekgewoontes van de internationale populatie waartoe de vogels in het IJsselmeergebied behoren (paragraaf 4.1.1) en
- 2 de uitwisseling met andere gebieden in de regio, zoals de randmeren of de zoete delta (eventuele complementaire trends; paragraaf 4.1.2).

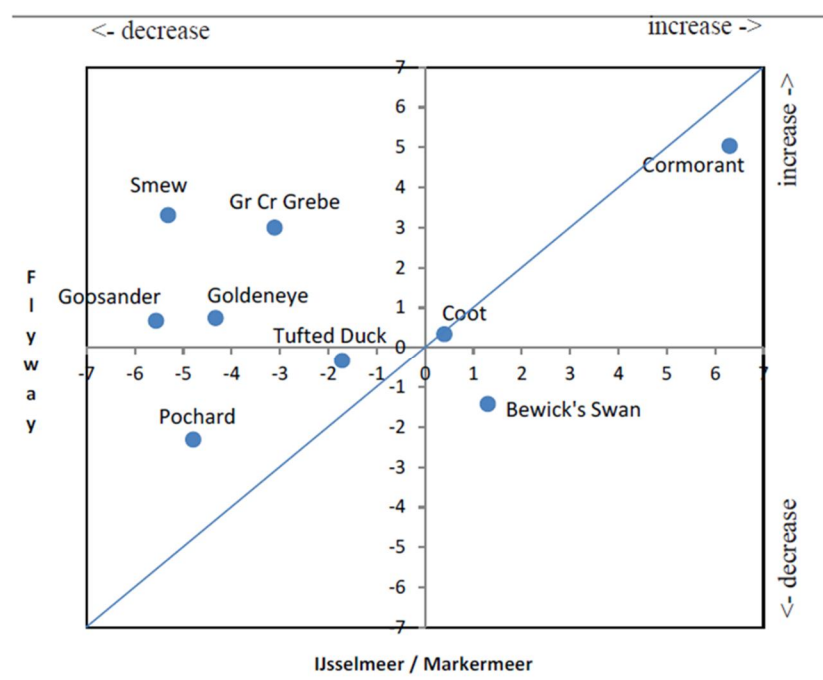
4.1.1 Internationale aspecten

In opdracht van EZ is door Sovon Vogelonderzoek Nederland en Wetlands International een studie uitgevoerd naar de relatie tussen vogeltrends in het IJsselmeergebied en internationale ontwikkelingen in vogelaantallen (Van Roomen et al. 2012). Behalve lokale oorzaken kunnen internationale ontwikkelingen ten grondslag liggen aan een deel van de aantalsveranderingen in het gebied. Dat is enerzijds mogelijk via veranderingen in de omvang van de internationale populatie, anderzijds via wijzigingen in arealen en trekpatronen als gevolg van veranderingen buiten het IJsselmeergebied. Voorbeelden zijn habitatverschuivingen door veranderingen in landgebruik in Oost-Europa en opwarming van de Oostzee (minder ijsbedekking), waardoor populaties van sommige soorten minder naar Nederland komen (Grote Zaagbek en Nonnetje). In 2010 en 2011 waren de aantallen juist hoog door de strenge winters (Figuur 3.1, Tabel 3.2). Voor het identificeren van lokale mechanismen moeten lokale trends worden afgezet tegen deze internationale ontwikkelingen. Sovon en Wetlands International trekken daarbij de volgende conclusies:

Veranderingen in internationale populatie-omvang

Voor een deel van de ANT-soorten zijn betrouwbare internationale trends vast te stellen: Fuut, Kuifeend, Tafeleend, Nonnetje, Grote Zaagbek en Brilduiker (zie rapport Sovon; Van Roomen et al. 2012). Bij andere ANT-soorten was dat vooralsnog niet mogelijk, doordat de kwaliteit van tellingen in de betrokken landen sterk verschilt en/of omdat een groot deel van de populatie zich een deel van de tijd (tijdens de hier gebruikte midwintertellingen) buiten bereik van tellers verder zuidelijk of ver uit de kust op zee bevindt (Topper, Dwergmeeuw, Visdief, Zwarte Stern). Bij diverse vogelsoorten die in het IJsselmeergebied zijn afgenomen, is sprake van toename van de omvang van de internationale populatie.

Daardoor zijn bij Fuut, Nonnetje en in iets mindere mate Brilduiker en Grote Zaagbek de neergaande trends in het IJsselmeergebied relatief gezien nog sterker; het aandeel van de populatie dat gebruik maakt van het IJsselmeergebied neemt sterker af dan de absolute aantallen (Figuur 4.1). Van de genoemde soorten neemt alleen de Tafeleend in het in deze studie onderzochte gebied duidelijk af. Dit kan een deel van de afname in het IJsselmeergebied verklaren, ware het niet dat de lokale afname veel sterker was en zich eerder heeft voltrokken.



Figuur 4.1 Gemiddelde mate van verandering van de populatie omvang in het IJsselmeer en Markermeer (horizontaal) vergeleken met de veranderingen in de omvang van de relevante NW-Europese populatie in de periode 1980-2010. Positieve waarden betekenen toename, soorten boven de lijn $y=x$ gaan in het IJsselmeer en Markermeer sterker achteruit dan internationaal. Soorten in het kwadrant links boven gaan achteruit in het IJsselmeergebied maar gaan internationaal vooruit. Smew = Nonnetje, Gr Cr Grebe = Fuut, Cormorant = Aalscholver, Gopsander = Grote Zaagbek, Goldeneye = Brilduiker, Tufted Duck = Kuifeend, Coot = Meerkoet, Pochard = Tafeleend, Bewick's Swan = kleine zwaan. Schaal: gemiddeld percentage toe- of afname over de periode 1980-2010. Uit: van Roomen et al. 2012.

Verschuivingen in overwinterings-areaal

Veranderingen in de omvang van de internationale populatie verklaren dus niet de neergaande trends in het IJsselmeergebied voor deze soorten. Het is echter ook mogelijk dat afname in Nederland (gedeeltelijk) wordt veroorzaakt door een noordwaartse verschuiving van het overwinteringsareaal, waarbij de Scandinavische aantallen toenemen (bijvoorbeeld door afname van ijsbedekking in de Oostzee) en de aantallen in Nederland en meer zuidelijk gelegen landen afnemen (*global warming*). Dat zien we bij de Brilduiker en het Nonnetje, en in mindere mate bij de Grote Zaagbek en de Tafeleend (van Roomen et al. 2012). Eventuele aanwijzingen voor lokale oorzaken kunnen dan beter worden verkregen uit vergelijking van de lokale met trends binnen geheel Nederland en uit studie van de timing van de afnames. Abrupte verandering op gebiedsniveau, zoals die in de algemene trends van Figuur 3.1 te zien zijn, vormen vaak een aanwijzing voor lokale of hooguit regionale oorzaken achter die veranderingen, omdat op populatieniveau veranderingen bij relatief langlevende dieren zoals deze vogelsoorten in het algemeen minder abrupt zijn.

Dit betekent dat de oorzaken van lokale wijzigingen die zijn opgetreden in 1995/1996 moeten worden onderzocht met inachtneming van (complementaire) wijzigingen in andere gebieden (rest van Nederland of specifieke gebieden als Randmeren en Deltawateren; zie paragraaf 4.1.2).

Vliegend foeragerende viseters

De hele groep van vliegend foeragerende viseters, dus de ANT soorten Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw, komt niet in de Sovon/Wetlands studie voor, omdat de gegevens zich bij deze soorten niet lenen voor dit soort analyses (onder meer door slechte telbaarheid als gevolg van verspreid voorkomen op wijds open water). De Europese broedpopulatie van de Dwergmeeuw nam toe in de jaren negentig, die van de Visdief was min of meer stabiel en die van de Zwarte Stern nam af (Birdlife International 2004). Gezien de sterkte en timing (rond 1995/96) van de afname van de Zwarte Stern in het IJsselmeergebied lijken, net als bij de Dwergmeeuw en het lage broedsucces van de Visdief, de oorzaken gezocht te moeten worden in lokale mechanismen.

4.1.2 Verschuivingen in de verspreiding binnen het gebied en “wegzuiging” naar de randmeren

Zowel bij de visetende als bij de mosseletende vogelsoorten nemen de aantallen rond 1996/97 sterk af (figuur 3.1). Vooral bij Topper, Tafeleend en Zwarte Stern is de afname in die periode geconcentreerd. Afname van de mosseleters Kuifeend en Tafeleend begon echter al eerder. Bij deze soorten is het zeer waarschijnlijk dat dit niet alleen is veroorzaakt door ontwikkelingen in het gebied zelf, maar ook door toenemende aantrekkingskracht van de Randmeren.

Tegelijk met de afname van benthivoren in het IJsselmeer en Markermeer (vanaf 1991/92, dieptepunt 1996/97) was sprake van toename van de dichtheden van mosselen en waterplanten (met bijbehorende macrofauna zoals slakken), en van toename van de aantallen Kuif- en Tafeleenden in de Randmeren (Noordhuis 2010, Noordhuis et al. 2002) en gelijktijdige afname van de aantallen eenden in gebieden aan de “andere kant” van de Randmeren (rivierengebied).

De afname in het Markermeer en IJsselmeer en de toename in de Randmeren zijn echter niet helemaal complementair. Zo is bij Kuifeenden in de wintermaanden (november-maart) wel degelijk sprake geweest van afname van getelde aantallen in de totale regio (IJsselmeergebied, inclusief Randmeren). Bij de Topper is in het geheel geen sprake van verplaatsing naar de Randmeren geweest. De afname die bij deze soort in het IJsselmeer rond 1995 optrad, werd voorafgegaan door een abrupte toename van ongeveer dezelfde omvang in 1988 (figuur 3.1). Er is dus sprake geweest van tijdelijk verhoogde aantallen Toppers. Anders dan bij Kuif- en Tafeleenden verblijven Toppers vaak op zee, zodat ook het voedselaanbod in zout water een rol kan spelen. In de periode van hoge aantallen Toppers waren ook de aantallen Kuifeenden in het IJsselmeer relatief hoog, evenals de dichtheid van Driehoeksmosselen (gemeten in 1992). Ten tijde van de toename van Toppers in het IJsselmeer, eind jaren tachtig, vond een sterke afname plaats van mosselen in de Waddenzee. Verschuivingen in voedselaanbod aan weerskanten van de Afsluitdijk hebben dus wellicht een rol gespeeld bij deze toename van het aantal Toppers in het IJsselmeer. De latere afname van de aantallen werd echter niet gecompenseerd door toename in de Waddenzee (Noordhuis 2010), en het is daarmee onbekend welke verplaatsingen bij deze soort in die periode hebben plaatsgevonden. Ook was de afname van de aantallen Toppers en Tafeleenden na 1995 veel sterker dan die van de dichtheden van mosselen in het IJsselmeer (na 1992 gemeten in 1996 en 1999).

Bij de Tafeleend sluit dit aan bij de sterke toename in de Randmeren, maar de Topper is hier nog steeds afwezig en er zijn geen concrete aanwijzingen voor “wegzuiging” naar andere gebieden. Een andere mogelijke oorzaak voor versterkte afname van de aantallen eenden in het IJsselmeer is een afname van de voedselkwaliteit van de mosselen (Paragraaf 4.2). In het Markermeer, waar mosselen sterk afnamen, verdween de Topper na 1995 nagenoeg.

Bij enkele soorten viseters is eveneens sprake van enige compensatie van afname door toename in de Randmeren, maar niet in dezelfde mate als bij de benthivoren. Een onderdeel van het ecologisch herstel in de Randmeren was sterke afname van dominantie van het visbestand door grote brasem en toename van baars en blankvoorn. In die periode (eind jaren tachtig) namen Fuut, Aalscholver, Grote Zaagbek en Nonnetje in de Randmeren toe. De patronen van aantalsverandering waren echter niet complementair aan die in IJsselmeer en Markermeer en de betreffende aantallen waren lager. Voor vliegend foeragerende viseters als Zwarte Stern en Dwergmeeuw zijn de Randmeren zeker geen alternatief foerageergebied gebleken.

In het algemeen kan worden gesteld dat bij viseters de afnames in het IJsselmeer en Markermeer primair lokaal zijn veroorzaakt en relatief veel (negatieve) invloed hebben gehad op de landelijke trends, terwijl bij een deel van de benthivore soorten sprake is geweest van een combinatie van lokale oorzaken van afname en verplaatsingen onder invloed van verhoogde draagkracht in andere Nederlandse wateren.

Conclusies oorzaken buiten het gebied

Bij enkele soorten (Tafeleend, Kuifeend, Topper en Zwarte Stern) speelt afname van de internationale populatie of verandering van trekgedrag en overwinteringsareaal een beperkte rol in de trends in het IJsselmeergebied. De veranderingen in het gebied zijn echter te sterk en te abrupt om aan internationale ontwikkelingen grote invloed toe te kennen.

Bij viseters zijn de aantalsafnames in het algemeen primair in het gebied zelf veroorzaakt, met negatieve landelijke trends tot gevolg. Bij benthivoren is meer sprake geweest van uitwisseling met andere gebieden in Nederland, waarschijnlijk in reactie op een combinatie van afnemende draagkracht in het IJsselmeer en Markermeer en toenemende draagkracht in alternatieve voedselgebieden. De negatieve gebiedstrends gaan daardoor in mindere mate gepaard met landelijk neergaande trends.

4.2 Verandering in de voedselvoorziening van ANT vogels

Uit onderzoek dat in de jaren 80 bij Rijkswaterstaat is uitgevoerd, blijkt dat de vogelsoorten die voor deze studie zijn geselecteerd (Tabel 3.1) in die periode sterk afhankelijk waren van één bepaalde voedselsoort; de Driehoeksmossel voor de benthoseters (o.a. de Leeuw 1997, de Leeuw & van Eerden 1995) en de Spiering voor de viseters (o.a. Piersma et al. 1997, Platteeuw 1985, Voslamber 1991). Afname van de abundantie van deze twee sleutelsoorten was aanleiding in het onderzoek veel aandacht te besteden aan voedseltekort als oorzaak van afname van de vogels.

De driehoeksmosselpopulatie in het Markermeer nam vanaf het begin van de jaren negentig sterk in omvang af (gemeten in “biovolume”; Noordhuis 2009, Noordhuis & Houwing 2003, Noordhuis et al. 2009). In het IJsselmeer was dat minder duidelijk, maar in beide meren was sprake van een afname van de gemiddelde schelplengte. Op zich lijkt dat niet ongunstig voor mosseletende vogels, omdat die kleinere mosselen prefereren.

Vetgehaltes die over een reeks van jaren in mosselen uit het IJsselmeer werden gemeten, lieten echter eveneens een afname zien (Noordhuis 2010). Ook zijn er aanwijzingen voor afname van het drooggewicht in relatie tot de schelplengte, waarvan met name in het Markermeer recent zeer lage waarden werden gemeten (bij de Vaate 2012a). Vanaf 2007 was sprake van een opmars van de verwante Quaggamossel, die vanaf 2009 hoge dichtheden bereikte (bij de Vaate 2012b). Deze mosselen blijken wat beter te groeien bij lage fosfaatgehalten (Mandemakers 2013), maar hadden desondanks een relatief vleesgewicht dat net zo laag is als dat van de Driehoeksmosselen, en dat afnam met de toename van de dichtheden (bij de Vaate 2012a).

Naast de populatieomvang van Driehoeksmosselen is dus in beide meren de kwaliteit van mosselen als voedsel zodanig sterk afgenomen dat ook de opkomst van Quaggamosselen de situatie voor de vogels niet verbeterde. Alternatieve prooi-soorten kwamen in veel lagere dichtheden voor en nemen waarschijnlijk pas de laatste jaren enigszins toe, in samenhang met een toename van waterplanten. Deze ontwikkeling speelt zich af in specifieke deelgebieden, zoals de Gouwzee en het gebied bij Lemmer in het IJsselmeer.

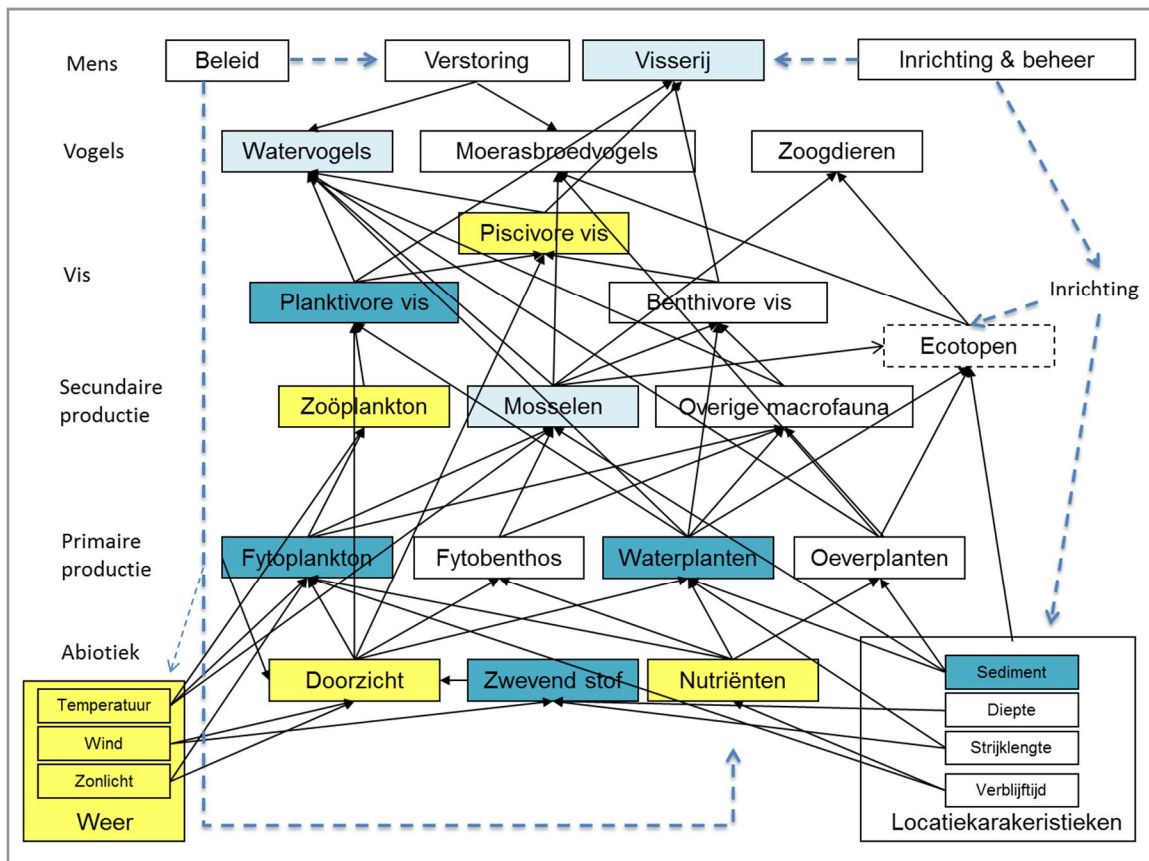
De omvang van de spieringpopulatie is in dezelfde periode in beide meren sterk afgenomen (Deerenberg et al. 2013). Dat is waarschijnlijk aanvankelijk vooral een gevolg geweest van afname van grotere Spiering (vanaf 1988, deze overgang is echter gebaseerd op destijds nog niet goed gestandaardiseerde monitoring), maar in de jaren 90 neemt in beide meren ook de kleinere Spiering af. Ongeveer sinds 2000 is deze op een vrij stabiel laag niveau. Draagkrachtberekeningen op basis van de voedselbehoefte van visetende vogels in vergelijking met de hoeveelheid Spiering (Platteeuw 2011) geven aan dat de aantallen visetende vogels uit de jaren 80 niet meer haalbaar zijn op basis van het huidige visbestand. Omdat de Spiering de enige talrijke kleine pelagische (hoog in de waterkolom voorkomende) vissoort is, zijn er voor een aantal visetende vogelsoorten (m.n. slecht duikende soorten) geen goede alternatieven. Grote Zaagbek en Nonnetje blijken in recente strenge winters in het IJsselmeer wel degelijk hoge aantallen te bereiken. Mogelijk weten deze vogels efficiënt gebruik te maken van specifieke concentraties Spiering onder winterse condities (concentraties foeragerende vogels langs ijsranden; waarnemingen M. van Eerden). Dit is echter niet nader onderzocht. Ook is niet bekend of het aandeel van andere vissoorten in het dieet onder invloed van de afname van Spiering is toegenomen.

De hierboven besproken bevindingen rechtvaardigen een sterke nadruk op de rol van afnemende voedselbeschikbaarheid (productie en kwaliteit) als oorzaak voor neergaande vogeltrends. Gezien de grote afname van de toevoer van voedingsstoffen naar de meren is de aandacht in de eerste plaats naar de productie in het voedselweb gegaan. Daarnaast is gekeken naar sterftfactoren zoals visserij en sterfte door klimaatfactoren. In hoofdstuk 6 (maatregelen) wordt daarnaast kennis gebruikt over additionele sterftfactoren waarover in eerdere studies kennis is verzameld, zoals uitspoeling van vis via de Afsluitdijk (Witteveen+Bos 2009a, b, 2010).

4.3 Lokale oorzaken van neergaande trends

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de resultaten van het ANT onderzoek naar de lokale mechanismen achter de neergaande vogeltrends. Het onderzoek is verricht door onderzoekers en experts in zes clusters. De clusterindeling is te vinden paragraaf 1.1.

Het ANT onderzoek heeft het inzicht in het functioneren van met name het Markermeer sterk verbeterd, de relatie tussen de meren en de omliggende wateren (riviertakken) duidelijker gemaakt, de stap tussen primaire en secundaire productie verduidelijkt (belang van voedselkwaliteit in plaats van hoeveelheid) en de voedselketen van mosselen en mosseleeters ontrafeld. Ook heeft ANT bijgedragen aan verbetering van beheerrelevante kennis omtrent de keten via zoöplankton en Spiering.



Figuur 4.2 Weergave van het voedselweb van het IJsselmeer en Markermeer met de externe beïnvloeding. Aan donkerblauw gekleurde elementen is gewerkt door de aio's in het slibcluster (sediment en zwevend stof), het filterfeedercluster (fytoplankton), het viscluster (planktivore vis) en het waterplantencluster. Aan geel gekleurde (en de blauw gekleurde) elementen is aandacht besteed door de aio en anderen in het systeemcluster. Aan de lichtblauw gekleurde elementen is gewerkt op basis van aanvullende opdrachten. Aan de ongekleurde elementen is weinig of geen nieuw onderzoek verricht binnen ANT. De blauwe onderbroken pijlen geven routes van menselijke beïnvloeding aan

Na een voorverkenning heeft RWS door middel van de keuze van de onderwerpen van de aio's gekozen voor een benadering van het ecosysteem die voorsorteerde op beperkingen via het voedselweb als oorzaken van afname van vogels. Gezien de uitkomsten van het onderzoek is deze keuze voor het voedselspoor grotendeels terecht geweest, voor zover het de oorzaken van de afnemende vogelaantallen betreft. Dit blijkt uit de analyses die zijn gerapporteerd in hoofdstuk 3. Draagkrachtberekeningen (Platteeuw 2011) en voedselonderzoek hebben duidelijk gemaakt dat de neergaande trends ten minste voor een deel veroorzaakt zijn door afname van de beschikbaarheid en/of kwaliteit van het voedsel.

Dit betreft met name de twee prooisorten die traditioneel het stapelvoedsel voor de betreffende vogels vormden; de Driehoeksmossel voor de benthivore watervogels (bodemfauna-eters) en de Spiering voor de visetende watervogels. Veel van het overige onderzoek is daarom gericht geweest op het ontrafelen van de mechanismen die dit hebben veroorzaakt. Tegen deze achtergrond worden hieronder de nieuwe inzichten omtrent de mechanismen die zich in de meren hebben afgespeeld stapsgewijs samengevat, gerangschikt vanaf de basis van het voedselweb, de nutriënten.

Nutriënten

De fosfaatbelasting is in beide meren sinds de jaren 80 sterk afgenomen door afname van concentraties in de rivieren, versterkt door een periode van lage afvoer. De opgeloste fractie was in die periode verlaagd en wordt sinds 2004 in het groeiseizoen vrijwel uitgeput (limiterend voor algengroei).

De totaal fosfaatconcentratie in het water van het IJsselmeer volgt het concentratieverloop in de IJssel, gekenmerkt door versterkte afname in de tweede helft van de jaren 80. Deze afname is in het IJsselmeer versterkt door verlaagde rivierafvoer in de jaren 1988-1993 en in mindere mate vanaf 2003. In het Markermeer is de concentratie van totaal fosfaat verlaagd na sluiting van de Houtribdijk in 1975, maar de belasting vertoont sindsdien het zelfde verloop als in het IJsselmeer (zij het bij veel lagere waarden), met sterke afname in 1985-1990. Vanaf 1997 is de fosfaatbelasting op het Markermeer relatief laag doordat minder water vanuit het IJsselmeer werd aangevoerd. Het verloop en het niveau van de fosfaatconcentraties in de twee meren is echter sinds 1992 vrijwel identiek en in het beide meren wordt vanaf 2004 de opgeloste fractie vrijwel uitgeput (behalve in het meest zuidelijke deel van het IJsselmeer) en vanaf dat moment bevat het door de wind opgewervelde sediment ook nog maar weinig P. In beide meren is sindsdien ook de hoeveelheid ammonium fors verlaagd en in het Markermeer ook die van nitraat. Totale N-concentraties zijn in het Markermeer veel lager dan in het IJsselmeer.

Primaire productie

Door afname van nutriënten is, meer dan de primaire productie, vooral de kwaliteit van algen als voedsel en als basis van de rest van het voedselweb verslechterd.

Dit is wetenschappelijk gezien het belangrijkste resultaat van de ANT studie. Uit de toepassing van algenmodellen op het IJsselmeer (V. Harezlak en H. Los, ongepubliceerd) blijkt dat de afname van de nutriënten vooralsnog niet heeft geleid tot afname van de primaire productie op basis van koolstof. Dat komt doordat de soort samenstelling van het fytoplankton (op basis van monitoringsdata; Ibelings 1990, Bijkerk in Noordhuis 2010) is veranderd, ten gunste van soorten die efficiënter omgaan met de resterende voedingsstoffen. De circulatie van die voedingsstoffen is daarbij volgens de modellen versneld, en dezelfde hoeveelheid wordt nu vaker in het seizoen door de algen hergebruikt. Deze algen bevatten echter ook minder P en hebben daarmee een lagere voedingswaarde voor zoöplankton en mosselen (Mandemakers 2013, Sarpe et al. in prep.). Aanvankelijk werd gedacht dat met de gemeten afname van de biomassa van de algen in het IJsselmeer ook de primaire productie moest zijn gedaald, maar dat dit niet noodzakelijkerwijs gevolgen had voor de rest van de voedselketen, omdat in het algemeen slechts een beperkt deel van de primaire productie door grazers (zoöplankton en mosselen) wordt gebruikt. Als, zoals de modellen aangeven, de veranderingen echter een negatief effect hebben op de kwaliteit van algen als voedsel, dan wordt de productie van zoöplankton en mosselen wel degelijk verlaagd.

Experimenten in het ANT filterfeeder cluster hebben aangetoond dat in die situatie bijvoorbeeld de voortplanting van watervlooien wordt geremd (Sarpe et al. in prep.). Bij Driehoeks- en Quaggamosselen die werden gevoerd met algen met lage fosfaatgehalten werd het drooggewicht ten opzichte van het natgewicht lager (Mandemakers 2013). De slechte conditie (relatief vleesgewicht, vetgehalte, groeisnelheid; vergelijk bij de Vaate 1991 en bij de Vaate 2012a) van mosselen is eveneens op deze manier te verklaren.

Modellering van primaire productie in het Markermeer was in het kader van ANT niet mogelijk, zodat niet duidelijk is of deze hier niet ook is afgenomen. Gezien de veel lagere belasting met nutriënten in het Markermeer is het echter niet onwaarschijnlijk dat dat hier wel degelijk het geval is geweest. Vastgesteld is dat hier op ongeveer het zelfde moment als in het IJsselmeer (begin jaren 90) een soortgelijke verandering is opgetreden in de soort samenstelling van het fytoplankton (Bijkerk in Noordhuis 2010, vergelijk Ibelings 1990). Als dat ook in het Markermeer ook samen is gegaan met een afname van de relatieve P gehalten in het fytoplankton is voor zoöplankton en mosselen het voedselaanbod in het Markermeer dus minstens zo "schraal" als in het IJsselmeer.

De rol van slib in het Markermeer

Aanpassing van de soort samenstelling van het fytoplankton in antwoord op de afname van nutriënten, en niet een toename van zwevend slib, is de oorzaak van het afgenomen doorzicht in het Markermeer

De opvallende afname van het doorzicht in het Markermeer in de eerste helft van de jaren negentig blijkt geen gevolg te zijn van toename van zwevend slib. Er is in deze periode geen sprake geweest van toename van zwevend stof. De afname van het doorzicht is hoogst waarschijnlijk een bijeffect van aanpassing van de soort samenstelling van het fytoplankton aan lagere nutriëntgehalten. Die verandering heeft geleid tot kleinere, maar meer cellen (Bijkerk in Noordhuis 2010) die regelmatig over het water zijn verdeeld, waardoor minder licht wordt doorgelaten. Naast de aangetoonde wijziging in de soort samenstelling en de onveranderde zwevend stof concentraties is er nog een belangrijke aanwijzing voor een verandering van optische eigenschappen van het zwevend materiaal als oorzaak: In het IJsselmeer, waar zwevend slib geen dominante rol speelt voor de waterkwaliteit, vond op ongeveer het zelfde moment een zelfde verandering ("sprong") plaats in de relatie tussen chlorofyl en doorzicht (doorzicht nam niet toe ondanks forse en abrupte afname van chlorofyl). Ook dit is een belangrijke uitkomst van het onderzoek, omdat het gevolgen heeft voor de stuurbaarheid van het Markermeersysteem via maatregelen ter beteugeling van het slib.

De aandacht binnen het slibonderzoek is in de loop van het project sterk verschoven naar interactie tussen slib en biota. Drie begrippen kwamen daarbij naar voren; bioturbatie, vlokvorming en biofilm. Bioturbatie, de activiteiten van bodemorganismen zoals wormen, zorgt ervoor dat de harde kleibodem makkelijker erodeert, zodat mobiel slib wordt geproduceerd (o.a. Cadée 2001, de Lucas Pardo et al. 2013). Door hersedimentatie en afdekking wordt die biologische activiteit weer geremd, totdat ter plaatse geen slib meer wordt geproduceerd. De toename van de totale hoeveelheid slib in het meer is waarschijnlijk al gestagneerd vóór de periode waarin de neergaande trends zich afspeelden. De relatie tussen erosie en sedimentatie is wel van belang voor het effect van maatregelen die de hoeveelheid slib moeten reduceren, omdat door verminderde afdekking de erosie en de productie van nieuw slib weer kan worden gestimuleerd.

Interactie tussen algen en slibdeeltjes (vlokvorming) verklaart de verschillen in waterkwaliteit (seizoensopbouw, productie) tussen IJsselmeer en Markermeer.

Belangrijke nieuwe kennis is opgedaan over de rol van vlokvorming (de Lucas Pardo et al. in prep.). De soortencombinatie van algen die ontstond in de jaren 90 bestaat grotendeels uit soorten met kleine, losse cellen die met grote aantallen zijn ingebed in een geleïachte matrix, zoals de blauwalg *Aphanothece*. Uit experimenten in het ANT slibcluster blijkt dat kolonies van deze blauwalg zich gemakkelijk hechten aan deeltjes zwevend slib. Door binding aan slib wordt de variatie in de concentratie van algen als *Aphanothece* in de waterkolom ook gekoppeld aan het windgestuurde gedrag van gesuspendeerd sediment (slib). Onder windrijke condities (vaker in de winter) is waarschijnlijk daardoor het chlorofylgehalte hoger geworden. Dat effect lijkt nog sterker te zijn opgetreden met de sterke toename van de groenalg *Tetrastrum komarekii* omstreeks 2000, waarbij de chlorofylgehalten in de winter zo sterk toenamen dat ze twee keer zo hoog waren als in de zomer. De vlokvorming is echter bij deze soort niet onderzocht. In de jaren 80 domineerden draadvormige blauwalgen. Uit de experimenten is gebleken dat *Aphanizomenon* (één van de dominante soorten uit die periode) in hogere dichtheden die vlokvorming juist tegengaat. Het gedrag van (de combinatie) slib en algen is dus gewijzigd als gevolg van de afname van de nutriëntaanvoer.

Bij minder wind ontstaan bij *Aphanothece* grotere vlokken, die gemakkelijker bezinken, waardoor het in de zomer gemiddeld helderder is geworden. Ook voor luw gelegen gebieden geldt dat. Daardoor blijft bij weinig wind zeer weinig fytoplankton in de waterkolom over. Omdat sinds 2004 nauwelijks meer opgeloste nutriënten in de waterkolom over zijn, zal de aanleg van luwe zones niet resulteren in lokaal verhoogde productie van algen. Hierdoor zal geen overlast door blauwalgen ontstaan, maar ook geen verbetering van het voedselaanbod voor watervlooien, die weer als voedsel voor kleine vis zouden kunnen dienen. Het is wel mogelijk dat indirect het voedselaanbod voor kleine vis toeneemt via waterplanten die meer voedingsstoffen uit de bodem opnemen.

Als er (in de zomer) weinig turbulentie is, kan op de bodem een "biofilm" ontstaan, een dun laagje van bacteriën, schimmels en/of bodemalgen (als licht de bodem bereikt). Daardoor kan ook de opwerveling van bodemmateriaal verder worden beperkt. Tijdens veldwerk in 2011 is in het Markermeer zo'n biofilm op enkele locaties waargenomen. De samenstelling hiervan is echter niet onderzocht.

*Watervlooien en mosselen***Vanaf begin jaren negentig is zoöplankton (o.a. voedsel voor Spiering) beperkt door de kwaliteit van fytoplankton als voedsel. De voedingswaarde van mosselen is sinds die tijd sterk verslechterd.**

Experimenten van het ANT filterfeedercluster hebben aangetoond dat watervlooien (voedsel voor Spiering) zich slechter voortplanten en dat mosselen magerder worden als ze worden gevoerd met algen met een laag fosforgehalte (Sarpe et al. in prep.). De verhouding tussen fosfor en koolstof in het fytoplankton in het IJsselmeer is sinds 1991 onder een kritische grens gezakt (literatuurwaarde P/C ratio; Anderson & Hessen 2005). Dat was ongeveer tegelijk met sterke afname van chlorofyl en grote wijzigingen in de soortensamenstelling van het fytoplankton. Onder die kritische grens is niet de hoeveelheid algen maar de kwaliteit bepalend voor de groei en de kwaliteit van watervlooien en mosselen (als voedsel voor vis en vogels).

In het Markermeer zakte de P/C ratio na 2000 onder deze grens. Onderzoek aan de mosselen liet zien dat de voedingswaarde van mosselen voor vogels is gedaald (afnemende groeisnelheid, afnemend vetgehalte, lage vleesinhoud per schelplengte). De Leeuw (1997) liet al eerder zien dat de mosselen beneden een bepaalde diepte niet rendabel door de vogels konden worden benut, afhankelijk van de calorische waarde van de mosselen in relatie tot de duikdiepte. Bij verdere verslechtering van de conditie (calorische waarde) van de mosselen is dus een steeds kleiner deel van de mosselpopulatie voor de vogels beschikbaar. Vanaf 2007, toen dit proces al ver gevorderd was, is de Driehoeksmossel vrijwel geheel vervangen door de verwante Quaggamossel, een nieuwe exoot die een jaar eerder voor het eerst in Nederland was gevonden (o.a. bij de Vaate 2006). Ondanks de slechte voedselcondities wist die toe te nemen tot hogere dichtheden dan ooit bij de Driehoeksmossel zijn waargenomen (bij de Vaate 2012b, bij de Vaate & Jansen 2011). Binnen het ANT filterfeedercluster werd aangetoond dat dit, herinnerend aan de wijziging in soortensamenstelling van het fytoplankton, verklaard kan worden uit een efficiënter gebruik van de resterende voedingsstoffen (Mandemakers 2013). Net als bij de algen is echter het fosforgehalte van de Quaggamosselen laag. Bij een even laag vleesgewicht ten opzichte van de schelplengte, ongunstiger formaat (snellere groei, terwijl vogels een voorkeur hebben voor kleine mosseltjes) en voorkomen op een gemiddeld grotere diepte is de voedingswaarde voor vogels daardoor nog lager dan die van de Driehoeksmossel. Met de toename van Quaggamosselen in het Markermeer lijkt bovendien sprake te zijn geweest van afname van het relatieve vleesgewicht.

Begin jaren 80 waren de Driehoeksmosselen in beide meren ongeveer even groot (bij de Vaate 1991). Sindsdien is de gemiddelde schelplengte in het Markermeer echter beduidend sterker afgenomen dan in het IJsselmeer. Daarna wijst vergelijkend onderzoek steevast op een aanzienlijk lager vleesgewicht ten opzichte van de schelplengte voor de mosselen in het Markermeer (de Leeuw 1997, Noordhuis & van Schie 2001, Noordhuis & Houwing 2003, bij de Vaate 2012a). Binnen het Markermeer bestaat in de conditie en lengte geen ruimtelijke variatie die gekoppeld zou kunnen zijn aan de verspreiding van slib. Ook in bestaande luwtegebieden en op de stenen langs de oevers zijn de mosselen niet groter dan op de bodem van het open water. Ook zijn de dichtheden niet hoger in bestaande luwtegebieden, omdat de mosseldichtheden weer afnemen waar waterplanten zich uitbreiden. Dichtheden en conditie van mosselen kunnen dus niet met luwtmaatregelen worden verbeterd.

Het verschil in schelplengtes tussen de meren is dus waarschijnlijk na het midden van de jaren tachtig ontstaan. Mogelijk heeft dat te maken met de vlokvorming van algen en slib die toen in het Markermeer optrad, en die mogelijk later is versterkt door veranderingen in de soortensamenstelling van het fytoplankton (de Lucas Pardo et al. in prep.). Uit de experimenten binnen het slibcluster is gebleken dat een aanzienlijk deel van de gevormde vlokken groter kan worden dan de maximum grootte van deeltjes die Driehoeksmosselen kunnen filtreren (o.a. Maclsaac et al. 1991, ten Winkel 1982, zeer kleine deeltjes nodig voor mossel larven; Wacker 2010). Door vlokvorming is dan dus een deel van het fytoplankton niet als voedsel voor mosselen beschikbaar. Ook los van vlokvorming kan de voedselkwaliteit zijn veranderd door wijzigingen in de soortensamenstelling. Een genusgenoot van de groenalg *Tetrastrum komarekii*, die in het Markermeer vanaf 2000 sterk ging domineren, werd in de jaren 80 door Driehoeksmosselen negatief geselecteerd (door het filterapparaat buiten het spijsverteringsstelsel gehouden; Slim 1989). Mogelijk is door de veel lagere fosfaatbelasting van het Markermeer ook de kwaliteit van het fytoplankton als voedsel lager dan in het IJsselmeer. Dit kon binnen het kader van ANT voor het Markermeer echter niet met modellen worden gesimuleerd.

Vis

Het aandeel grotere Spiering is met toename van de visserijdruk rond 1988 afgenomen, vanaf begin jaren 90 nam de totale hoeveelheid Spiering af. Vanaf die periode is door interactie met afnemende voedselrijkdom, klimaataspecten en predatiedruk van vogels het effect van visserij op het najaarsbestand onduidelijk.

Zoals reeds in paragraaf 4.2 naar voren is gebracht, is de totale hoeveelheid Spiering in de loop der jaren sterk afgenomen. Terwijl deze afname min of meer geleidelijk verliep, is het aandeel van de grotere Spiering in beide meren vooral sterk afgenomen rond 1988. Dit is te vroeg voor effecten via de voedselketen, omdat de omslag van de soortensamenstelling van het fytoplankton pas plaatsvond in 1991/92. Ook spreekt het tegen een effect via "mismatching" als gevolg van een abrupte vervroeging van het voorjaar door klimaatverandering vanaf 1988: sterfte van jonge Spiering doordat die vroeger in het voorjaar geboren wordt terwijl de voedselpiek van zoöplankton niet is vervroegd. In dat geval zou het aandeel grotere Spiering juist moeten zijn toegenomen. De visserij op Spiering nam echter sterk toe, en vangt in dat jaar voor het eerst een zeer groot deel van het paaibestand weg (orde grootte 70-80%; Mous 2000). Later neemt ook de spieringconsumptie door Aalscholvers (tijdelijk) toe (van Rijn & van Eerden 2002, aangevuld in Noordhuis 2010) en kan verarming van het systeem (samen met de benodigde hersteltijd voor de spieringpopulatie) hebben bijgedragen aan het uitblijven van herstel in jaren dat de visserij gesloten bleef. Ten minste een deel van de Spiering groeit slecht en uit maagonderzoek blijkt dat bodemorganismen een relatief groot deel van het voedselpakket zijn (geworden), in plaats van prooien uit de waterkolom (zoals zoöplankton). Er is echter geen sprake van afname van het gewicht van Spiering in relatie tot de lengte (Deerenberg et al. 2013).

Klimaatverandering kan ook via zomersterfte een rol hebben gespeeld. Tijdens zomerse hittegolven kan een gelaagdheid in het water ontstaan die meerdere dagen aanhoudt en gepaard gaat met afnemende zuurstofgehalten in de onderlaag. In jaren met aanhoudende hittegolven treedt dan massale sterfte van Spiering op. In verband met klimaatverandering leek de frequentie van dergelijke incidenten toe te nemen, maar massale sterfte treedt slechts sporadisch op en is voor het laatst geconstateerd in 2006. Spiering is een koudwatervis, die in Nederland de zuidgrens van zijn verspreidingsgebied bereikt, en behoort tot een groep vissoorten die zich op Europese schaal terugtrekt in antwoord op klimaatverandering (Jeppesen et al. 2012). In het meer Peipsi in Estland neemt Spiering af bij toenemende fosfaatgehalten. Dit wordt verklaard door in toenemende mate optredende zuurstofproblemen bij hoge temperaturen en lage waterstanden (Kangur et al. 2013). Ook in het IJsselmeer is er enig verband tussen de gemiddelde zomertemperatuur en de omvang van het najaarsbestand van vooral grotere Spiering. Het is dus goed mogelijk dat toename van de watertemperatuur als oorzaak van de afname van Spiering een grotere rol speelt dan bij de afname van de totale visstand in het IJsselmeer en Markermeer.

Uit analyses van IMARES blijkt dat ook de verspreiding van Spiering is veranderd, met hogere concentraties in met name de diepere, centrale delen van het IJsselmeer. Concentratie van zowel Spiering in dit gebied (data-analyse S. van Rijn) als van het grotere zoöplankton, dat deze vis als voedsel dient, werd ook gevonden in de spieringsurvey die werd uitgevoerd in augustus 2012 (data-analyse M. Soesbergen). In het zuiden van het IJsselmeer is vooral in het voorjaar vanaf 2009 de helderheid sterk toegenomen, in samenhang met toegenomen filtratie door Quagga mosselen. In dit gebied kwam tijdens de survey nauwelijks Spiering en groter zoöplankton voor.

Vogels

De “mosseletende” watervogels zijn inmiddels grotendeels overgestapt op andere prooi-soorten en reageren niet tot zelfs negatief op de opmars van de Quaggamossel. Viseters in het voorjaar ondervinden de sterkste negatieve effecten van visserij (indien geopend), versterkt door verminderde bereikbaarheid van de vis door lokale toename van de helderheid.

Draagkrachtberekeningen vanuit de voedselbehoefte van de vogels bevestigen dat de neergaande trends ten minste voor een deel (primair) zijn veroorzaakt door voedselbeperking (Platteeuw 2011), en dat de vroegere aantallen op basis van de huidige voedselbeschikbaarheid en -kwaliteit niet meer mogelijk zijn. Uit onderzoek van o.a. maaginhouden en prooiaanvoer blijkt dat de tegenwoordig nog aanwezige vogels een meer diverse prooikeuze hebben dan vroeger en dat in elk geval de populaties van “mosseleters” niet meer primair door het mosselaanbod worden gestuurd (van de Ven 2011, van Rijn et al. 2012).

Een deel van de “mosseletende” vogelsoorten (benthoseters) die neergaande trends vertoonden blijkt te profiteren van autonome ontwikkelingen verbonden aan toename van doorzicht en waterplanten (met geassocieerde fauna). Dit betreft de Kuifeend en vooral de Tafeleend, soorten die relatief vroeg in het (winter)seizoen aanwezig zijn (september/oktober), als de waterplanten nog aanwezig zijn. De andere benthoseters, Brilduiker en Topper, reageren in die periode ook positief, maar de aantallen van deze wintergasten zijn dan nog zo laag dat dit tot nu toe geen effect heeft op de populatieomvang in het gebied.

Bij viseters zijn de soorten die niet diep duiken en bovendien vooral in het voorjaar aanwezig zijn (Visdief) het meest gevoelig, vooral als de spieringvisserij in de voorafgaande winter was opengesteld (van der Winden et al. 2012). Bij deze soorten speelt echter ook het vanaf ongeveer 2009 in delen van het gebied (met name zuidelijke IJsselmeer en IJmeer) toegenomen doorzicht een rol. Spiering mijdt deze gebieden en concentreert zich in diepere zones met minder doorzicht, waar ze onbereikbaar zijn voor vogelsoorten die niet diep kunnen duiken.

Waterplanten

Het werk in het ANT waterplantencluster is niet verbonden geweest aan oorzaken van neergaande trends, maar wel aan mogelijkheden voor herstel via alternatieve prooi-soorten die zijn geassocieerd met waterplanten en habitatdiversiteit. Beheerrelevante resultaten zijn onder meer dat te sterke sedimentatie op zaden en sporen (afdekking) de kiemingspercentages van vaatplanten reduceert en de kieming van kranswieren nauwelijks beïnvloedt (van Zuidam & Peeters in prep. a). Frequente resuspensie/opwervelen van het sediment blijkt wel de kieming van kranswieren te remmen. Er is een statistisch model ontwikkeld waarmee het effect van morfologische ingrepen (luwtestructuren, verondiepen) op waterplanten voorspeld kan worden en waarin rekening wordt gehouden met ruimtelijke autocorrelatie in het voorkomen van de waterplanten (van Zuidam et al. in prep.). Autocorrelatie betekent hier dat de kans op het voorkomen van planten op een bepaalde locatie mede afhangt van het voorkomen van planten in de omgeving, waardoor de modellering complexer wordt.

Uit analyses van historische reeksen van waterplantenopnamen blijkt dat de soortensamenstelling van de vegetatie zich volgens enkele vaste routes ontwikkelt richting een van drie vegetatietypen (kranswieren, smalbladige fonteinkruiden met *Zannichellia* en doorgroeid fonteinkruid met sterkkranswier). Naast doorzicht zijn nutriëntgehalte en diepte in belangrijke mate bepalend voor de soortensamenstelling. Zo is overlast door flab ("floating algae beds"; massa's draadalgen) gebonden aan relatief ondiepe wateren met hoge nutriëntgehalten (van Zuidam en Peeters in prep. b, gebruikt in van Geest & Noordhuis 2013). Trends in het areaal en de dichtheid van waterplanten laten in het gehele IJsselmeergebied toenames zien in de eerste helft van de jaren negentig, daarna stagnatie met grote fluctuaties van jaar tot jaar. Na 2005 is op veel plaatsen een nieuwe toename opgetreden, met vooral opvallend hoge dichtheden (van met name kranswier) in het windarme jaar 2010. Door toenemend doorzicht zijn lokaal de kansen op plantengroei recent toegenomen. Uitbreiding van waterplanten (doorgroeid fonteinkruid) in diepere delen van de meren betreft vooralsnog vooral het areaal, niet zozeer de dichtheid.

Eindconclusies lokale processen

De veranderingen in het IJsselmeergebied zijn in de eerste plaats veroorzaakt door afname van de aanvoer van voedingsstoffen. Deze afname heeft geresulteerd in verandering van de soortensamenstelling van het fytoplankton, dat gepaard met een lagere voedingswaarde voor secundaire producenten (zoöplankton en mosselen).

Bij mosselen heeft dit, vooral in het Markermeer, een zodanige afname van groei, vleesgewicht en vetgehalte veroorzaakt, dat ze in combinatie met diepte en dichtheid niet meer rendabel door watervogels als stapelvoedsel (kunnen) worden benut. De resterende benthivore watervogels zijn veel meer dan vroeger afhankelijk van alternatieve prooisorten.

Bij Spiering lijkt afname van voedselrijkdom eveneens te hebben geleid tot een afname van de groeiomogelijkheden, doch niet van de conditie (gewicht-lengte ratio). De afname van de hoeveelheid Spiering werd versterkt door min of meer tegelijk optredende toename van vogelpredatie, visserijdruk en temperaturen. Herstel van de eerdere hoeveelheden Spiering die in de winter voor vogels beschikbaar zijn, lijkt nu vooral beperkt door een combinatie van opwarming van het water en afgenomen voedselbeschikbaarheid en voedselkwaliteit.

Het verschil in productie (biomassa) op de verschillende niveaus van het voedselweb tussen Markermeer en IJsselmeer wordt niet zonder meer veroorzaakt door slib. In elk geval sinds 2004 wordt ook in het Markermeer de hoeveelheid fytoplankton niet meer overwegend door licht, maar door nutriënten beperkt. Wel kan vlokvorming van algen en slibdeeltjes de beschikbaarheid van algen in het voedselweb hebben beperkt doordat bij rustig weer de bezinksnelheid is vergroot en doordat een deel van de vlokken te groot is om geschikt te zijn als voedsel voor mosselen en watervlooien.

Zijn de huidige instandhoudingdoelen duurzaam haalbaar zonder maatregelen?

Niet voor alle betrokken vogelsoorten zijn de huidige instandhoudingsdoelen duurzaam haalbaar zonder (aanvullende) maatregelen. De voedselrijkdom van het systeem en de betekenis van de oude voedselsoorten blijven naar verwachting beperkt. Er zijn positieve ontwikkelingen in het aanbod van alternatieve prooien, maar niet alle vogelsoorten zijn in staat hiervan ten volle te profiteren.

De meeste van de huidige instandhoudingsdoelen zijn behoudsdoelen, gebaseerd op de situatie na de grootste afnames van de jaren '90 (hoofdstuk 3). De haalbaarheid van de huidige (behouds)doelen heeft dus géén betrekking op herstel van de aantallen van vóór de afnames. De opgaven zijn daardoor in principe niet onredelijk. Enkele op aanwijzing van de Raad van State verhoogde doelen voor viseters in het IJsselmeer sluiten minder goed aan bij de draagkracht van na het midden van de jaren '90.

4.4 Conclusies: Productiviteit en voedselbeschikbaarheid

Op basis van het onderzoek kan worden gesteld dat ook de belangrijkste oorzaken voor afname (zie de navolgende samenvatting) hun grootste invloed hebben doen gelden in de periode voorafgaand aan de doelformulering (1999-2003). Zonder maatregelen zijn deze processen in het algemeen niet reversibel. Na doelformulering hebben deze processen zich in een meer bescheiden tempo voortgezet. Dit ging echter gepaard met de ontwikkeling van nieuwe kansen via toename van enkele alternatieve prooitypen. De haalbaarheid van de doelen zonder aanvullende maatregelen hangt daarmee vooral af van het vermogen van de betrokken soorten om op deze nieuwe kansen in te spelen. Resultaten van analyse van tellingen en van voedselonderzoek geven daartoe aanwijzingen.

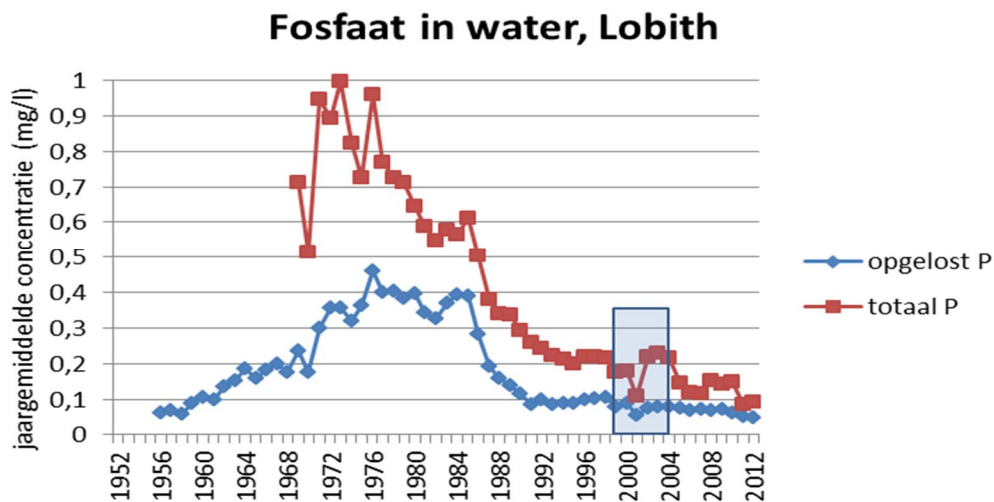
Bij het gebruik van trends in aantallen moet echter in het oog worden gehouden dat deze niet altijd een volledige weergave zijn van ontwikkelingen in de lokale draagkracht. Ook veranderingen in de internationale populatieomvang, overwinteringsareaal en draagkracht van alternatieve gebieden kunnen een rol spelen. Omdat de instandhoudingsdoelen zijn gebaseerd op draagkracht en niet op de daadwerkelijk aanwezige, absolute aantallen, is dit van belang bij de inschatting van haalbaarheid.

De belangrijkste conclusies uit het ANT onderzoek (hoofdstuk 3 en 4) zijn:

Irreversibele afname van voedingsstoffen ligt aan de basis van de neergaande trends

Door succesvolle bestrijding van eutrofiëring in de afgelopen decennia is de aanvoer van voedingsstoffen afgenomen. Het systeem keert daardoor, na een periode van kunstmatige verrijking, terug naar een natuurlijker stikstof- en fosfaatbalans.

In de jaren zestig en zeventig was sprake van gestage toename van de aanvoer van fosfaat naar het IJsselmeergebied. De latere afname echter, verliep net als bij de afname van de vogelaantallen niet gelijkmatig, maar was sterk geconcentreerd in de tweede helft van de jaren tachtig (Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, wasmiddelenconvenant etc.). Vanaf 1990 is nog sprake van geringe afname. Wel is in het water van de meren is na 2000 sprake van verdere afname van de opgeloste fractie van fosfaat (en stikstof). De huidige concentraties in de Rijn komen overeen met de oudst bekende situatie, die van het begin van de jaren vijftig (zie figuur 4.3). Een verdere afname van de aanvoer naar het IJsselmeergebied wordt niet verwacht.



Figuur 4.3. Jaargemiddelde concentraties van totaal en opgelost fosfaat in de Rijn bij Lobith. Het gearceerde vak geeft de periode aan waarop de behoudsdoelen zijn gebaseerd in seizoenspatroon van benthivore eenden in het IJsselmeer en Markermeer. Gegevens Rijkswaterstaat (DONAR).

Andere soortsaamenstelling fytoplankton leidt tot een lagere voedselkwaliteit

In samenhang met de afname van de aanvoer en concentraties van fosfaat is begin jaren '90 de soortsaamenstelling van het fytoplankton veranderd. De "nieuwe" algen hebben een lagere voedselkwaliteit waardoor watervlooiën (voedsel voor jonge vis) en mosselen in conditie en/of voortplanting geremd worden.

Verminderde kwaliteit fytoplankton leidt tot een lagere kwaliteit mosselen en verminderd voedselaanbod voor benthoseters

In navolging van de versnelde afname van de aanvoer van fosfaat heeft ook de verandering van de soortsaamenstelling van het fytoplankton zich grotendeels binnen korte tijd voltrokken, omstreeks 1991/92. Ook dat was dus ruim vóór de periode waarop de behoudsdoelen zijn gebaseerd (1999-2003). Toch lijkt de C/P ratio van het zwevend stof daarna nog enigszins verder te zijn gestegen, een aanwijzing voor verdere afname van de voedselkwaliteit van de algen. Doorgaande afname van de lengtes en vetgehalten van de mosselen ondersteunen dat.

Afname van populatie Spiering leidt tot minder voedselaanbod voor viseters

De afname van de Spiering is het sterkst geweest in het midden van de jaren '90. Een complex aan oorzaken ligt hieraan ten grondslag. Behalve voedselrijkdom en -kwaliteit spelen ook visserij en temperatuur (zuurstof) een rol bij de overleving. Visserij heeft vooral effect op de populatieomvang in het voorjaar, maar wordt als sterftefactor in de loop van de zomer "ingehaald" door andere sterftefactoren (temperatuur, maar waarschijnlijk ook uitspoeling en voedselkwaliteit). Het feit dat Spiering niet duidelijk hersteld sinds het geregeld gesloten houden van de visserij sinds 2003, bevestigt dit.

Sinds 2009 is lokaal het water helderder door filtratie van de Quaggamosselen. Hierdoor verplaatst de Spiering zich naar de diepere delen en is de vangbaarheid van de aanwezige Spiering voor viseters verminderd. Van dit proces kan de voortgang slecht worden voorspeld.

Voedselbeschikbaarheid Markermeer neemt sterker af dan in het IJsselmeer door vlokvorming van algen met slib

De hoeveelheid vis per ha en het relatieve vleesgewicht van de mosselen zijn in het Markermeer aanzienlijk lager dan in het IJsselmeer. Daarnaast is de afname van beide sleutelsoorten in het Markermeer sterker geweest, ondanks dat concentraties van fosfaat sinds ongeveer 1990 nagenoeg identiek waren. Dit is, op basis van ANT laboratoriumonderzoek (de Lucas Pardo et al. b), waarschijnlijk het gevolg van vlokvorming van algen met slibdeeltjes. Daardoor bezinken de algen sneller zijn ze minder geschikt als voedsel voor watervlooien (voedsel voor vis) en mosselen.

Het verschil in productie tussen beide meren is in de jaren '80 versterkt, en er is nog geen sprake van een kentering. De mate van vlokvorming is onder meer afhankelijk van de soort samenstelling van het fytoplankton. Aangezien die weer samenhangt met de voedselrijkdom is het niet waarschijnlijk dat het verschil tussen de meren autonoom zal afnemen.

5 Haalbaarheid van de instandhoudingsdoelen zonder maatregelen

De basis van de voedselketen in het IJsselmeer en Markermeer is smal; de doelsoorten zijn afhankelijk van mosselen en Spiering. Door de irreversibele afname in voedingsstoffen is de productiviteit en daarmee de voedselbeschikbaarheid en/of kwaliteit van de belangrijkste voedselsoorten in de twee systemen verminderd. De voedselbeschikbaarheid in het Markermeer neemt sterker af dan in het IJsselmeer door vlokvorming van algen met slib. Dit veroorzaakte een neergaande trend in vogelaantallen.

De systeemveranderingen in IJsselmeer en Markermeer leiden tot toename van alternatieve voedselsoorten of prooien. Daarom is het relevant te kijken hoe de doelsoorten hierop kunnen reageren en zich kunnen aanpassen aan de systeemveranderingen. Beschikken ze over vermogen om in te spelen op alternatieve prooien? Leidt het tot een andere verspreiding binnen het gebied? Is er alternatief voedselaanbod op het moment dat een doelsoort er over wil beschikken? Treden er verschuivingen in aanwezigheid op voor de doelsoorten over de seizoenen? Kan de doelsoort met zijn duikvermogen inspelen op het veranderende doorzicht?

Nadat in dit hoofdstuk is in gegaan op de wijze waarop benthos- en viseters in staat zijn om te gaan met de veranderende condities, wordt de vraag beantwoord of de instandhoudingsdoelen kunnen worden gehaald onder autonome omstandigheden (dat wil zeggen zonder maatregelen). Hoofdstuk 6 gaat vervolgens in op mogelijke maatregelen om de instandhoudingsdoelen te halen.

5.1 Haalbaarheid doelen voor benthoseters

Tafeleend is flexibel, instandhoudingsdoelen daardoor haalbaar

Op autonoom herstel van de populaties (seizoensgemiddelden) van benthivoren is voorlopig alleen kans bij de Tafeleend. Bij deze soort is inmiddels een duidelijke toename gaande. De seizoensopbouw is echter anders dan vroeger, met toenemende aantallen rond oktober terwijl de aantallen in de wintermaanden vooralsnog laag blijven. Bij herstel langs deze weg kunnen dus de seizoensgemiddelde aantallen worden gehaald, terwijl op populatieniveau nog steeds een probleem bestaat door verminderd voedselaanbod in de winter.

Kuifeend is flexibel, maar niet genoeg

Ook de Kuifeend reageert op toename van alternatieve prooien en is dus in enige mate flexibel. Tegelijkertijd nemen echter de aantallen in de ruitijd en in de winter af, waardoor de instandhoudingsdoelen niet worden gehaald. Vanwege de belangrijke ruifunctie van het gebied en door het strikt dierlijke menu bedient de autonome toename van waterplanten en daarmee geassocieerde fauna een aanzienlijk kleiner deel van de populatie dan bij de Tafeleend. Dat lijkt onvoldoende voor autonoom herstel.

Topper en Brilduiker zijn niet flexibel, instandhoudingsdoelen niet haalbaar

Bij Topper en Brilduiker is de reactie op de ontwikkelingen rond waterplanten beperkt omdat ze pas laat in het seizoen arriveren (november/december), als de waterplanten al weg zijn.

De aantallen vogels van deze soorten nemen in oktober wel toe en de beide soorten zouden structureel vroeger in het seizoen naar het gebied kunnen komen, maar de aantallen liggen nog steeds veel lager dan in november en december. De toename in oktober heeft daardoor voorlopig geen noemenswaardig effect op de seizoensgemiddelde aantallen.

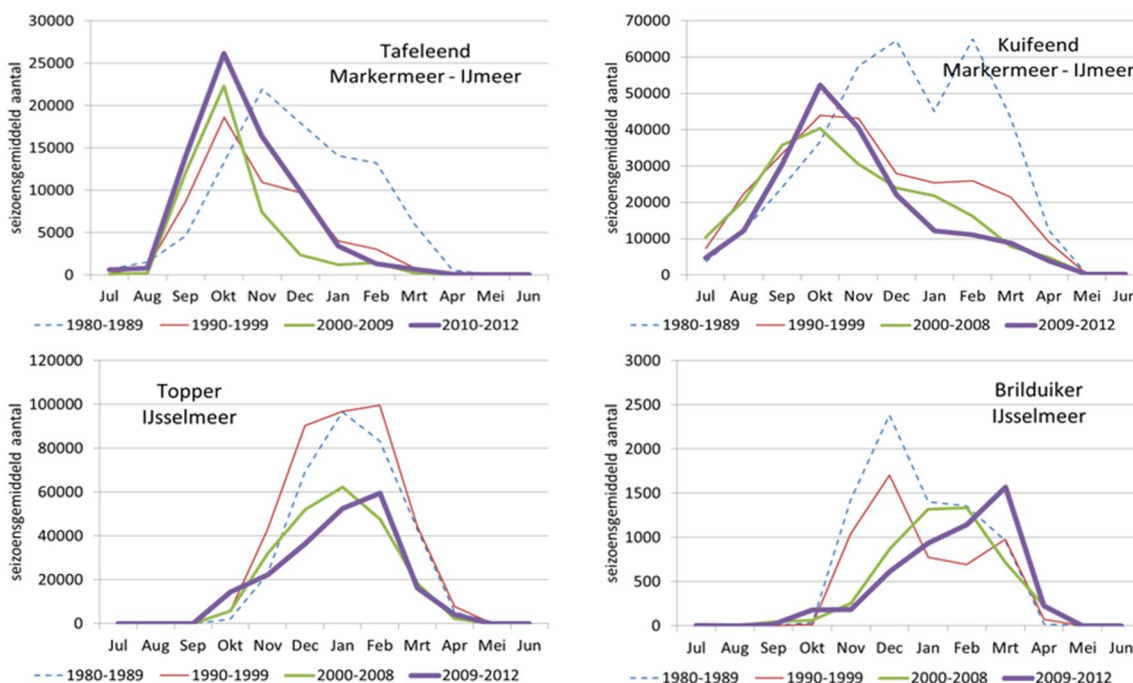
5.1.1 Omgaan met alternatief voedselaanbod door benthoseters

Alternatief voedselaanbod benut

Uit maagonderzoek blijkt dat de prooikeuze van de voormalige “mosseleTERS” inmiddels diverser is dan vroeger (de Leeuw & van Eerden 1995 versus van Rijn et al. 2012). De vogels concentreren zich in het najaar in gebieden waar waterplanten zijn toegenomen. In samenhang daarmee zijn waarschijnlijk ook de daarmee geassocieerde ongewervelden (slakken, vlokreeftjes e.d.) en daarmee het alternatieve voedselaanbod toegenomen.

Vroeg arriverende soorten hebben voordeel van alternatief voedselaanbod

Bij de benthoseters heeft de afname danook vooral betrekking op de wintermaanden, de periode waarin vanouds hoofdzakelijk mosselen werden gegeten. Daartegenover staat bij alle soorten in uiteenlopende mate toename in het najaar, vaak gekoppeld aan toenemende aantallen in gebieden met waterplanten. Bij soorten die vroeg in het seizoen aanwezig zijn (Tafeleend en Kuifeend) kan dit de afname in de winter gedeeltelijk compenseren (dat wil zeggen de populatietrend op basis van seizoensgemiddelden). Soorten die pas laat arriveren (Topper en Brilduiker) laten weliswaar zeer recent eveneens een toename in oktober zien, maar absoluut gezien zijn de aantallen dan nog laag, zodat deze ontwikkeling nog niet zichtbaar is in de trends van seizoensgemiddelden.



Figuur 5.2. Veranderingen in seizoenspatroon van benthivore eenden in het IJsselmeer en Markermeer. Boven: Tafeleend (links) en Kuifeend (rechts) Markermeer-IJmeer. Onder: Topper (links) en Brilduiker (rechts) IJsselmeer. Bron: watervogeltellingen Rijkswaterstaat (M. van Eerden).

5.1.2 Haalbaarheid doelen voor de verschillende benthoseters

Voor de afzonderlijke benthoseters gelden op basis van de in tabel 3.2 weergegeven aantallen en trends de volgende conclusies:

Tafeleend: Het aantal Tafeleenden neemt in beide meren weer toe en ligt inmiddels ruim boven de doelen door toegenomen aantallen in waterplantengebieden in september t/m januari (figuur 5.2). Gezien deze positieve reactie op recente ontwikkelingen is het huidige doel duurzaam haalbaar zonder aanvullende maatregelen. De Tafeleend is een omnivoor die behalve op schelpdieren ook foerageert op muggenlarven en planten (De Leeuw & van Eerden 1995).

Kuifeend: De aantallen Kuifeenden nemen recent (verder) af en liggen momenteel in beide meren onder het doel. Veranderingen in ruimtegebruik suggereren dat dit samenhangt met een negatieve reactie op de opmars van de Quaggamossel. Er is net als bij de Tafeleend sprake van lokale toename in de nazomer, maar dit wordt te niet gedaan door verdere afname in de winter (figuur 5.2). Het huidige doel is dus mogelijk niet duurzaam haalbaar zonder aanvullende maatregelen. De aantallen worden waarschijnlijk ook in de winter niet meer gestuurd door de beschikbaarheid van mosselen, de maaginhouden zijn diverser dan vroeger (van Rijn et al. 2012 versus de Leeuw & van Eerden 1995).

Topper: De aantallen liggen in beide meren net boven het doel, maar duurzame haalbaarheid is twijfelachtig gezien het uitblijven van een positieve reactie op de invasie van Quaggamosselen en in vergelijking met de afname van de Kuifeend in antwoord op die invasie. De Topper is meer afhankelijk van mosselen dan de voorgaande soorten doordat hij alleen in de wintermaanden aanwezig is. Toch worden recent in de magen meer individuen van andere ongewervelden aangetroffen dan vroeger (van Rijn et al. 2012 versus de Leeuw & van Eerden 1995).

Brilduiker: In het Markermeer ligt het aantal structureel onder het doel. In het IJsselmeer is het aantal na doelvaststelling echter toegenomen en hier ligt het aantal Brilluikers recent structureel boven het doel. Net als de Topper is de Brilluiker alleen in de wintermaanden aanwezig, de prooikeuze is opportunistisch. Brilluikers zijn in het IJsselmeer sterk toegenomen in de omgeving van Lemmer, waar vroeger in het seizoen steeds meer waterplanten staan. In magen van vogels uit dit gebied werden al in 2003 veel vlokreeftjes gevonden. Elders domineerde de Driehoeksmossel (van Rijn et al. 2012). Op basis van deze flexibiliteit lijkt het doel voor het IJsselmeer voorlopig haalbaar.

Tabel 5.1 Samenvatting van haalbaarheid van de huidige doelen bij benthoseters. In de laatste kolom is de globale internationale trend weergegeven (- = afname, + = afname, 0 = stabiel)

	Huidig doel Markermeer	Laatste 5-jarig gemiddelde	Haalbaarheid doel	Huidig doel IJsselmeer	Laatste 5-jarig gemiddelde	Haalbaarheid doel	Internationale trend
Kuifeend	18800	16020	-	11300	10100	-	-
Tafeleend	3200	6600	+	310	850	+	-
Topper	70	80	-?	15800	17900	-?	-
Brilduiker	170	80	-	310	490	+	+

5.2 Haalbaarheid doelen voor viseters

Autonoom herstel viseters niet waarschijnlijk

Weliswaar zou met de toename van waterplanten de bijdrage van alternatieve prooisorten naast Spiering (Baars, Blankvoorn, Stekelbaars) toenemen, maar gezien het geringe areaal van ondiepten zal die bijdrage zonder aanvullende maatregelen niet substantieel zijn. De beschikbaarheid van deze vissoorten voor vogels (vooral in de win ter) is anders (slechter), mogelijk met uitzondering van Driedoornige Stekelbaars. Toename van het aandeel van andere vissoorten in het visbestand via waterplanten gaat waarschijnlijk gepaard met verdere afname van Spiering, omdat deze de waterplantengebieden mijdt. Toename van de helderheid resulteert bovendien in een verminderde beschikbaarheid van de resterende vis, waardoor vooral voor vliegend foeragerende viseters als Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw herstel waarschijnlijk uit zal blijven.

De doelen voor Grote Zaagbek en Nonnetje zijn wel haalbaar (tabel 5.2), ook al liggen de aantallen in sommige jaren onder het doel (tabel 3.2). Dit zijn in het algemeen jaren met minder ijs op de Oostzee, waarin meer vogels er voor kiezen daar te blijven. In strenge winters wijken ze uit naar het IJsselmeergebied en dan is blijkens de verhoogde aantallen de in de instandhoudingsdoelen gevraagde draagkracht aanwezig (deze wordt schijnbaar in andere jaren niet benut).

5.2.1 Omgaan met veranderde condities door viseters

Spiering moeilijker te vangen door toename doorzicht in het voorjaar

Bij viseters is nog niet structureel sprake van een verbreding van het voedselaanbod. De voor de ANT-studie geselecteerde viseters zijn vanouds in hoge mate afhankelijk van Spiering. De Spiering is het hele jaar een belangrijke prooi, de afname van de aantallen viseters is daarom niet sterker of minder sterk in een bepaald deel van het seizoen. Wel speelt de recente toename van het doorzicht zich voornamelijk af in het voorjaar, zodat viseters in deze periode in delen van de meren meer moeite hebben de aanwezige Spiering te vangen.

Verder blijkt uit draagkrachtberekeningen dat de hoeveelheid Spiering die nodig is voor het bereiken van de doelaantallen van de viseters ongeveer even groot is als de geschatte omvang van het huidige spieringbestand. Aangezien deze vogels maar een deel van het spieringbestand kunnen benutten, kunnen de doelaantallen dus niet worden bereikt op basis van Spiering alleen. Recent voedselonderzoek aan Visdieven laat zien dat andere kleine vissoorten eveneens belangrijk zijn geworden als voedsel.

5.2.2 Haalbaarheid doelen voor de verschillende viseters

Voor de afzonderlijke viseters gelden op basis van de in tabel 3.2 weergegeven aantallen en trends de volgende conclusies:

Fuut: Het aantal Futen ligt in beide meren vaak net onder het doel, maar is wel min of meer stabiel. Het huidige doel is daarmee echter strikt genomen net niet duurzaam haalbaar zonder aanvullende maatregelen. De Fuut is niet uitsluitend afhankelijk van Spiering (64% van het prooigewicht in de jaren 80; Piersma et al. 1997). In de Randmeren heeft hij positief gereageerd op ecologisch herstel via toename van waterplanten, Baars en Blankvoorn (terwijl Spiering nagenoeg verdween; o.a. Noordhuis 2010).

Nonnetje en Grote Zaagbek: Het aantal ligt weliswaar momenteel in beide meren boven het doel, maar dit is niet duurzaam omdat dit samenhangt met de strengheid van de laatste winters. In zulke winters vriest de Oostzee dicht en komen meer Nonnetjes en Grote Zaagbekken naar het IJsselmeergebied. In geval van meerdere zachte winters achter elkaar zullen de vijfjarige gemiddelden weer onder het doel dalen. Het doel ligt namelijk relatief hoog omdat het ook is vastgesteld op basis van aantallen in een periode met strenge winters. Daaruit zou kunnen worden geconcludeerd dat het doel de draagkracht in strenge winters vertegenwoordigt. Als de aantallen in zachte winters onder het doel liggen, kan dit dus betekenen dat de draagkracht in principe voldoende is, maar niet volledig wordt benut. Gezien de eerdere conclusies omtrent onvoldoende draagkracht op basis van Spiering moet hierbij echter een wijziging in prooikeuze of in de relatie tussen verschillende vogelsoorten zijn opgetreden. Bij viseters is echter niet voldoende informatie beschikbaar over wijzigingen in prooikeuze. Wel is bekend dat het menu van de Grote Zaagbek ook in de jaren 80 al voor 40-95% van het prooigewicht uit andere vis bestond (Platteeuw 1985, Wiersma 1996), dat van het Nonnetje echter slechts voor 5-20% (Doornbos 1979, Beekman & Platteeuw 1994, Platteeuw et al. 1997).

Dwergmeeuw: Het aantal (op basis van de gebruikelijke steekproeftellingen) ligt recent rond of boven dat van het doel (voor Markermeer boven het aantal in de periode van doelformulering), maar in beide meren na een aantal jaren waarin het daar ruim onder lag. Het verhoogde IJsselmeerdoel wordt ook recent niet gehaald. Geen van de doelen is zodoende duurzaam haalbaar zonder aanvullende maatregelen. De Dwergmeeuw was in de jaren 80 in hoge mate afhankelijk van Spiering (80%; Voslamber 1991), die alleen in de bovenste waterlaag gevangen kan worden. Daardoor heeft de Dwergmeeuw ook last van het toenemende doorzicht.

Visdief: Het aantal broedparen in het Markermeer ligt sinds een jaar of tien onder het doel, in het IJsselmeer ligt het sinds 2005, na aanleg van de Kreupel, (veel verder) boven het doel. De draagkracht is echter onvoldoende gezien het aanhoudend lage broedsucces. Het doel is dus niet duurzaam haalbaar zonder maatregelen. Recent wordt behalve Spiering ook veel Pos aan de jongen gevoerd (van de Ven 2012). Ook Visdieven kunnen echter alleen in de bovenste waterlaag vis vangen, en Pos is als bodemvis niet structureel beschikbaar. Ook speelt het toenemende doorzicht een rol, te meer daar Visdieven minder flexibel zijn in hun ruimtegebruik door gebondenheid aan de broedplaats.

Zwarte Stern: De aantallen uit steekproeftellingen geven een vertekend beeld na aanleg Kreupel, de aantallen op de slaapplaatsen zijn nog veel te laag. Dit is deels een gevolg van afname van de internationale populatieomvang (Birdlife International 2004), maar er zijn ook aanwijzingen dat de conditie (het gewicht) van de Zwarte Sterns in het IJsselmeer is afgenomen (nog ongepubliceerde data van J. van der Winden, pers. med.). Het doel is dus niet duurzaam haalbaar zonder maatregelen. Spiering was in de jaren tachtig een belangrijke prooi (Schouten 1982a, b). De voedselbehoefte van een populatie Zwarte Sterns met de gevraagde omvang kan bij lange na niet geleverd worden door de aanwezige Spiering, vooral omdat de Zwarte Stern nog minder (stoot)duikt dan de Visdief. Daardoor is ook verslechtering van de vangbaarheid door de toename van het doorzicht belangrijker. Uit voedselonderzoek blijkt dat ook insecten worden gegeten, maar deze voedselbron vraagt gezien het minieme gewicht per prooi veel inspanning.

Tabel 5.2 Samenvatting van haalbaarheid van de huidige doelen bij viseters. In de laatste kolom is de globale internationale trend weergegeven (- = afname, + = afname, 0 = stabiel)

	Huidig doel Markermeer	Laatste 5-jarig gemiddelde	Haalbaarheid doel	Huidig doel IJsselmeer	Laatste 5-jarig gemiddelde	Haalbaarheid doel	Internationale trend
Fuut	170	175	-?	1300/2200	1130	-?	+
Nonnetje	80	90	- (+?)	180/180	220	- (+?)	+
Grote Zaagbek	40	50	+	1300/1850	1880	- (+?)	+
Dwergmeeuw	= (6)	7	-	50/85	80	-	+
Visdief	630p	460p	-	3300p	4870p	-	0
Zwarte Stern	= (30)	30	+	49700 / 73200	25200	-	-

5.3 Urgentie van maatregelen

5.3.1 Urgentie op basis van haalbaarheid doelen zonder maatregelen

In het vorige hoofdstuk is weergegeven voor welke soorten de huidige doelen niet duurzaam haalbaar zijn zonder aanvullende maatregelen (Tabel 5.1 en 5.2). In Tabel 3.2 is te zien in hoeveel jaren het doel niet werd gehaald en hoe ver de aantallen gemiddeld onder het doel liggen. Dat geeft een indicatie van de urgentie voor maatregelen, uitgaande van de (juridische) noodzaak om te voldoen aan de instandhoudingsdoelen op zichzelf. **Op deze wijze beschouwd zijn maatregelen voor viseters het meest urgent, in het bijzonder die voor de Zwarte Stern en de andere soorten die niet diep kunnen duiken (Visdief gezien aanhoudend laag broedsucces, en Dwergmeeuw).** In een enkel geval wordt de urgentie beïnvloed door tegengestelde trends in de twee meren, zo gaat de afname van de Brilduiker in het Markermeer gepaard met een even sterke toename in het IJsselmeer.

De methodiek die bij Natura 2000 is gekozen ten behoud van biodiversiteit is conserverend, in die zin dat weinig ruimte wordt gelaten voor afname van populaties die voorheen door menselijke oorzaak zijn vergroot. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn bij soorten die positief hebben gereageerd op eutrofiëring (bijvoorbeeld kunstmest en ganzen) of op de opmars van exoten onder de proisoorten (Driehoeksmossel en benthivore eenden). Ontwikkelingen in deze twee aspecten komen samen in de afnemende voedingswaarde van de mosselen in het IJsselmeergebied. Bepaalde vogelpopulaties worden daarmee gestuurd door ontwikkelingen die kunstmatig zijn ontstaan. Sommige van deze ontwikkelingen, zoals het ontstaan van de rol van de Driehoeksmossel als stapelvoedsel, zijn versterkt door de kunstmatige inrichting van het gebied, omdat daardoor de diversiteit aan habitats en voedselsoorten beperkt is. Bij mosseletende watervogels kan daarom, bij het wegvallen van die functie van mosselen als stapelvoedsel, gezocht worden naar een meer natuurlijke opbouw van de draagkracht gebaseerd op grotere habitatdiversiteit. Bij het bepalen van urgentie van maatregelen moet dan eigenlijk die natuurlijke draagkracht als referentie dienen in plaats van de eventueel voorheen kunstmatig verhoogde aantallen.

5.3.2 Urgentie op basis van internationale populatieontwikkeling

Uiteindelijk gaat het bij Natura 2000 om het behoud van de internationale biodiversiteit, vertaald in behoudsopgaven voor internationale populaties. De selectie van gebieden en de vaststelling van instandhoudingsdoelen per lidstaat is daarvoor een instrument. Dat betekent dat urgentie ook ontleend kan worden aan de internationale populatie ontwikkelingen. Herstel van lokale vogelpopulaties waarvan de aantallen onder het doel liggen is biologisch gezien urgenter als de internationale populatie afneemt, minder urgent als deze toeneemt. In het volgende hoofdstuk is daarom in tabel 6.1 en tabel 6.2 een indicatie van internationale urgentie toegevoegd. **Op deze wijze beschouwd zijn maatregelen voor Kuifeend, Topper en Zwarte Stern het meest urgent.**

5.4 Conclusies

Voor de meeste soorten zijn doelen zonder maatregelen niet duurzaam haalbaar

Autonome trends in waterkwaliteit zetten door. Het ecosysteem tendeeft daarmee naar een lagere draagkracht. Doelsoorten spelen weliswaar in op veranderende condities, maar deze zijn bij de meeste soorten onvoldoende om de instandhoudingsdoelen te halen. Vooral de benthoseters zijn al in staat gebleken om gebruik te maken van alternatief voedselaanbod, maar vooralsnog heeft dit alleen bij de Tafeleend geleid tot toename. Kuifeenden reageren ook op dit aanbod, maar zijn buiten het seizoen voor waterplanten verder afgenomen. Topper en Brilduiker profiteren minder van verbreding van het voedselaanbod doordat ze pas laat in het seizoen arriveren.

Bij viseters is nog niet structureel sprake van een verbreding van het voedselaanbod. Grote Zaagbek en Nonnetje zullen van toekomstige verbreding minder profiteren omdat ze pas laat in het seizoen arriveren. Daarnaast hebben viseters meer dan benthoseters last van de recente, autonome toename van de helderheid van het water. Dit geldt met name voor de soorten die niet diep kunnen duiken (Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw).

De urgentie voor het nemen van maatregelen is het grootst bij viseters die niet diep kunnen duiken (Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw) en, vanwege combinatie van de lokale situatie en internationale populatie afname, voor Kuifeend en Topper.

6 Stuurbaarheid van vogelaantallen en herstelmaatregelen om de instandhoudingsdoelen te halen

Hoofdconclusie van het onderzoek is dat de neergaande trends in het aantal watervogels, gegeven de bestaande inrichting van het gebied, vooral zijn veroorzaakt door afname van de hoeveelheid nutriënten. Dat betekent dat de afnames moeten worden gezien tegen de achtergrond van kunstmatig verhoogde aanvoer van nutriënten in het verleden. De afname van deze aanvoer van nutriënten is een direct gevolg van enkele decennia van beleid en internationale afspraken (onder meer Kaderrichtlijn Water). De hoofdoorzaak van de neergaande trends in het aantal watervogels is dus verminderde draagkracht van het systeem. Deze kan niet structureel worden weggenomen binnen de geldige beleidskaders en regelgeving.

Vervolgens is gebleken dat het ecosysteem van het IJsselmeer en het Markermeer-IJmeer niet veerkrachtig genoeg is en onvoldoende alternatief voedselaanbod heeft om de instandhoudingsdoelen via autonoom herstel te realiseren. Bij meer dan de helft van de instandhoudingsdoelen van de voor ANT geselecteerde vogelsoorten zijn de huidige instandhoudingsdoelen niet duurzaam haalbaar zonder maatregelen of bestaat op z'n minst twijfel over de haalbaarheid (hoofdstuk 5, tabel 5.1 en 5.2). Dat geldt in het bijzonder voor de visetende soorten als Dwergmeeuw, Visdief en Zwarte Stern, die niet diep kunnen duiken. Deze soorten hebben niet alleen te maken met een afgenomen spieringpopulatie, maar ook met verslechterde vangbaarheid van vis door toegenomen doorzicht. Ook de draagkracht voor benthoseters in de wintermaanden blijft slecht; soorten als Topper en Brilduiker profiteren niet van toename van alternatieve prooien in het najaar. Er zijn maatregelen nodig om de instandhoudingsdoelen te halen en (een deel van) de draagkracht van het systeem te herstellen. In dit hoofdstuk worden de stuurbaarheid van vogelaantallen en de potentiële maatregelen verkend en geprioriteerd.

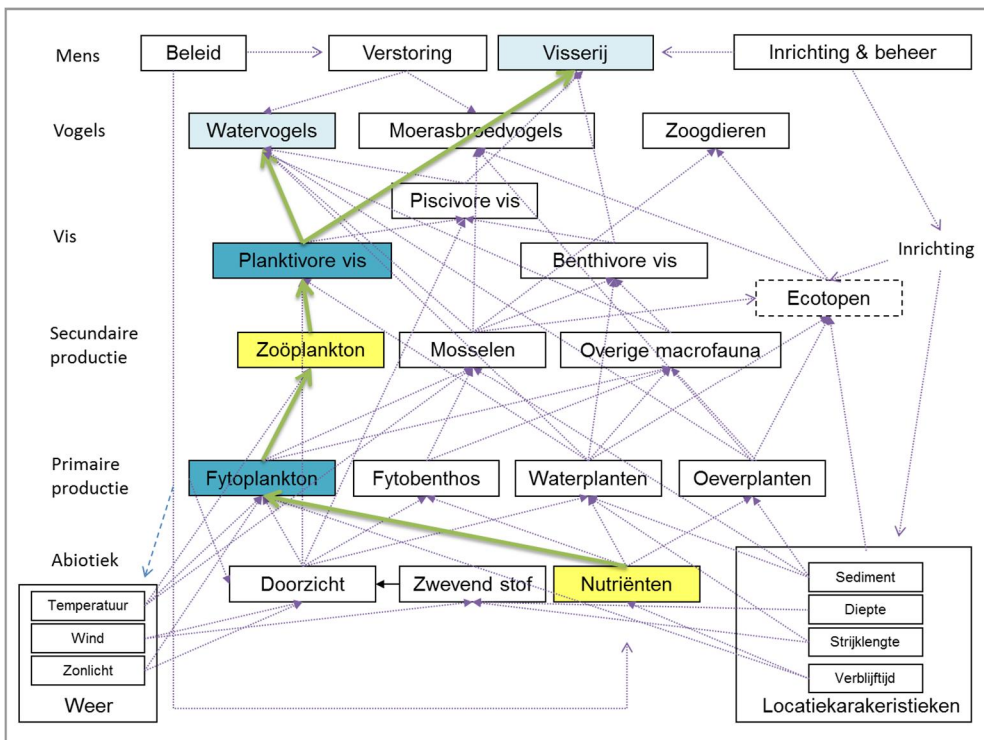
6.1 Stuurbaarheid vogelaantallen

Benthoseters: baat bij vergroten voedselaanbod door ontwikkeling habitat

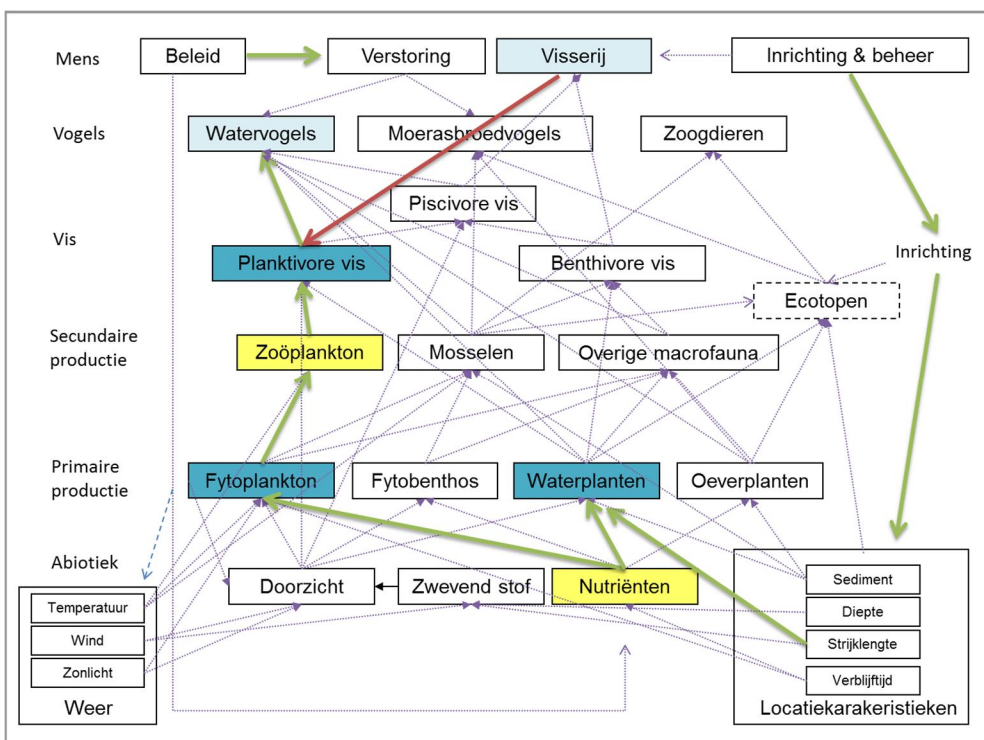
Voor een deel van de betrokken benthivore vogelsoorten biedt het stimuleren en ontwikkelen van habitat voor alternatieve prooisoorten voorlopig meer perspectief dan herstel van populatie mosselen, gezien de enorme toename van de Quaggamossel en de lage voedingswaarde van deze prooi. De belangrijkste stuurknop is daarvoor inrichting; habitatontwikkeling voor alternatieve soorten ongewervelden en meer in het algemeen een grotere diversiteit (zie ook figuur 6.1c en d). De schaal waarop dit nodig is hangt af van de voedselkeuze en het seizoensverloop van aanwezigheid van de betreffende vogelsoort.

Viseters: baat bij visserijbeperkingen, herstellen connectiviteit, vergroten areaal intermediair doorzicht en vergroten habitatdiversiteit

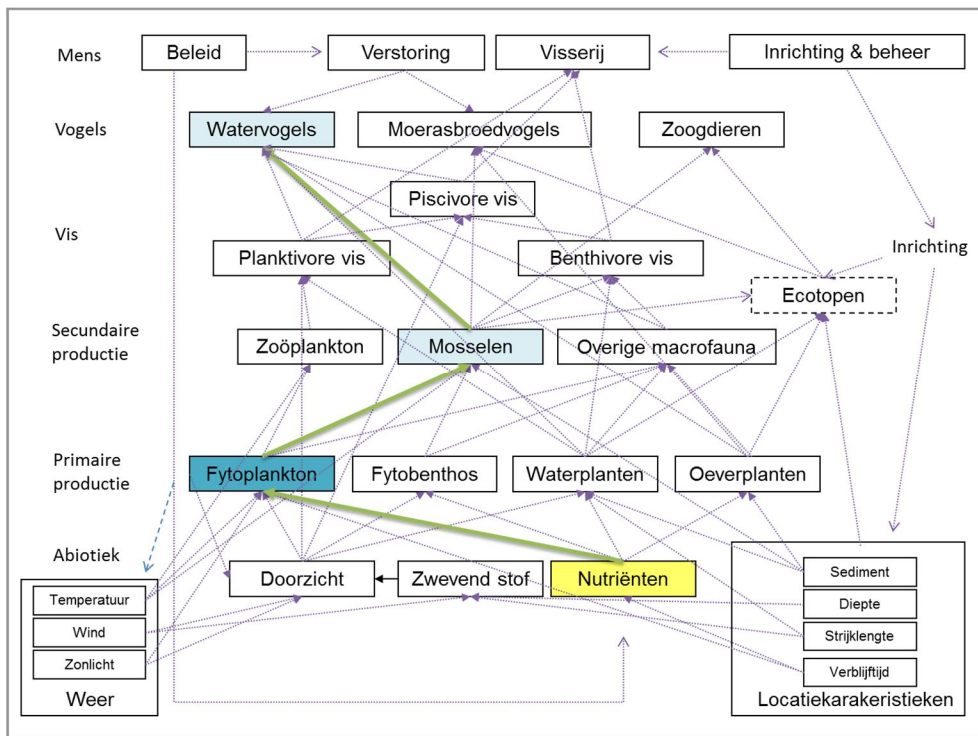
De geselecteerde viseters zijn nog steeds voor een groot deel afhankelijk van Spiering. De populatie van deze soort kan worden versterkt door visserijmaatregelen, verbetering van intrek en beperking van uitspoeling. De vangbaarheid van prooi is afhankelijk van behoud of vergroting van het areaal van water met intermediaire doorzichten (gradiënten van helder naar troebel). Sommige viseters kunnen profiteren van maatregelen die alternatieve vissoorten stimuleren, zoals Baars, Blankvoorn en Driedoornige Stelbaars. Ook dat is (beperkt) mogelijk door middel van inrichten ten behoeve van grotere habitatdiversiteit (zie ook figuur 6.1a en b).



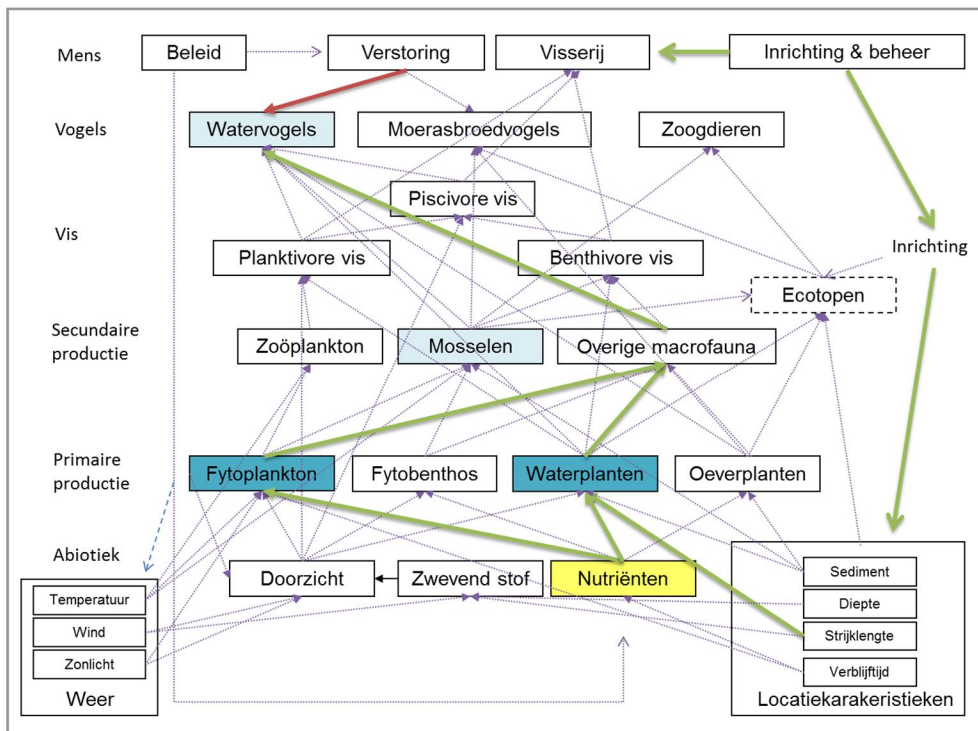
Figuur 6.1a Autonome routes in het voedselweb naar viseters en op basis van het voedselweb weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 6.1b Autonome routes in het voedselweb naar viseters en routes waarlangs deze groepen vogels via maatregelen kunnen worden ondersteund, op basis van het voedselweb weergegeven in figuur 4.2. Rode pijl: reductie wenselijk



Figuur 6.1c Autonome routes in het voedselweb naar mosseleTERS op basis van het voedselweb weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 6.1d Autonome routes in het voedselweb naar mosseleTERS en routes waarlangs deze groepen vogels via maatregelen kunnen worden ondersteund, op basis van het voedselweb weergegeven in figuur 4.2. Rode pijl: reductie wenselijk

6.1.1 Kernpunten uit het onderzoek ten aanzien van stuurbaarheid van vogelaantallen

Vanuit de conclusies uit de bevindingen in hoofdstukken 3-5 kunnen met betrekking tot nut en ontwerp van maatregelen een aantal belangrijke dingen worden geconcludeerd:

- **Lokale en regionale maatregelen zijn in principe zinvol.** De neergaande trends zijn grotendeels in de regio veroorzaakt.
- **Maatregelen moeten primair gericht zijn op voedselbeschikbaarheid voor vogels.** De afnames zijn in de eerste plaats voedsel/productie-gestuurd, en de afname van de voedselbeschikbaarheid is in de eerste plaats bottom-up gestuurd via de afname van nutriënten, primaire productie en voedselkwaliteit (paragraaf 4.2 en 4.3). Maatregelen kunnen daarom in grote lijn als volgt worden ingedeeld:
 - Bottom up: 1) herverdeling van de hoeveelheid beschikbare nutriënten, 2) in Markermeer verminderen van de rol van slib (verminderde beschikbaarheid algen door vlokvorming)
 - Top down: 1) specifieke maatregelen ter bescherming/stimulering van sleutelprooi-soorten (visserij), 2) maatregelen gericht op het stimuleren van alternatieve prooiën.
- **Maatregelen om slib te reguleren kunnen helpen de voedselproductie in het Markermeer te verhogen tot het niveau van het IJsselmeer.** In het Markermeer draagt slib bij aan een lagere beschikbaarheid van algen als voedsel dan in het IJsselmeer (hoofdstuk 4). Zowel chlorofylgehalten als visbiomassa en vleesgewichten van mosselen zijn in het Markermeer lager dan in het IJsselmeer, bij identieke fosfaatgehalten.
- **Voor sommige vogelsoorten zijn er goede mogelijkheden via alternatieve voedselsoorten, gekoppeld aan toenemende habitatdiversiteit (planten).** Autonoom is dit al enigszins gaande. De kwaliteit van mosselen als voedsel voor vogels is zodanig verslechterd dat deze geen dominante rol meer heeft in de opbouw van de draagkracht. Sturing via mosselen is dus moeilijk geworden.
- **Voor viseters is aanpak van de sleutelsoort Spiering zinvol.** Bij deze vissoort is sprake van een effect van specifieke visserij, zodat beperking daarvan zeker mogelijkheden biedt. Daarnaast reageren met name bepaalde soorten op de aanleg van broedgebied (Visdief) of rustgebied (Zwarte Stern) in combinatie met goede visgebieden.
- **Voor sommige soorten viseters zijn er kansen via het stimuleren van alternatieve vissoorten,** gekoppeld aan toenemende habitatdiversiteit (planten). Autonoom is dit met betrekking tot de samenstelling van het visbestand al enigszins gaande. Dit gebeurt echter nog op te kleine schaal voor een zichtbaar positief effect op de populaties van viseters.
- **Aanvullende maatregelen via broed-, rui- en slaapplaatsen zijn zinvol,** maar voor viseters moet dat gepaard gaan met verbetering van de voedselbeschikbaarheid (hoofdstuk 4). Bij de Visdief kan spreiding van broedgelegenheid als effect hebben dat de soort beter in staat is adequaat te reageren op (veranderingen in) ruimtelijke patronen in voedselbeschikbaarheid.

Predatievrije rustgebieden zijn eveneens van belang, bijvoorbeeld als slaapplek voor Zwarte Sterns tijdens de doortrek in augustus, of voor ruiconcentraties van watervogels die tijdens de slagpenrui enkele weken niet kunnen vliegen.

6.1.2 Stuurbaarheid per vogelsoort

De stuurbaarheid van vogelpopulaties via voedselbeschikbaarheid is afhankelijk van de breedte en flexibiliteit van de prooi keuze. Soorten die langer in het gebied aanwezig zijn vertonen vaak differentiatie van ruimtegebruik en voedselkeuze binnen het seizoen. Bij zulke soorten zijn er soms meerdere opties voor sturing. In de winter ligt de nadruk van het prooiaanbod op soorten van open water (zoals Spiering en Driehoeksmossel). Uit het onderzoek blijkt dat het aanbod van deze prooien in de winter slecht is te sturen. In zomer en najaar zijn er echter ook waterplanten en ongewervelden die daar bij horen, zoals slakken en diverse geleedpotigen. Dit aanbod is beter te sturen, via maatregelen die waterplanten stimuleren. Daardoor zijn vogelsoorten die (ook) in dit deel van het seizoen aanwezig zijn, ook relatief goed zijn te sturen. Bij de benthoseters komt dat als volgt tot uiting:

Tafeleend: Deze soort is het gehele jaar aanwezig en reageert positief op de toename van waterplanten en geassocieerde ongewervelden. Hij is daarom met inrichtingsmaatregelen in het najaar goed stuurbaar.

Kuifeend: Deze soort is eveneens het hele jaar aanwezig. De prooi keuze is iets smaller (geen planten) dan bij de Tafeleend, maar breed genoeg om met inrichtingsmaatregelen in het najaar goed stuurbaar te zijn.

Topper: Deze soort is maar beperkt stuurbaar door de late aankomst in het seizoen, ook gezien de daarmee samenhangende beperkte reactie op toename van alternatieve prooien. Er is wel sprake van enige toename in oktober. De soort zou op inrichtingsmaatregelen kunnen reageren door vervroeging van de aankomst, maar het effect hiervan op de seizoensgemiddelden blijft waarschijnlijk beperkt, tenzij de uitstraling van de toename van waterplanten ook gaat doorwerken in de diversiteit van het prooiaanbod in de winter.

Brilduiker: Evenals de Topper beperkt stuurbaar door late aankomst in het seizoen. De Brilduiker heeft wel een wat bredere voedselkeus (inclusief beperkte hoeveelheden kleine vis) en concentreert zich recent bij Lemmer, een gebied met sterke toename van waterplanten (zij het eerder in het seizoen). Ook bij deze soort beperkte toename in oktober.

Tabel 6.1 Samenvatting van haalbaarheid van de huidige doelen, stuurbaarheid en internationale urgentie voor toename bij benthoseters

	Jaren '80	Huidig doel	Laatste 5-jarig gemiddelde	Autonoom behoud	Behoud met maatregelen	Toename met maatregelen	Internationale urgentie
Benthoseters Markermeer - IJmeer							
Kuifeend	29000	18800	16020	-	+	+	+
Tafeleend	7000	3200	6600	+	+	++	++
Topper	2600	70	80	-?	+	-	++
Brilduiker	400	170	80	-	-	-	-
Benthoseters IJsselmeer							
Kuifeend	11000	11300	10100	-	+	+	+
Tafeleend	2300	310	850	+	+	++	++
Topper	32000	15800	17900	-?	+	-	++
Brilduiker	600	310	490	+	+	+	-

Ook bij viseters zijn er minder mogelijkheden voor sturing van vogelsoorten die alleen in de wintermaanden aanwezig zijn. Vissoorten die profiteren van inrichtingsmaatregelen (Baars, Blankvoorn, Driedoornige Stekelbaars) zijn in de winter vaak minder beschikbaar in open water. Maatregelen ten gunste van Spiering zijn voor alle betrokken soorten zinvol.

Fuut: Goed stuurbaar via maatregelen voor Spiering, maar ook voor alternatieve prooien gezien de historisch beperkte afhankelijkheid van Spiering en het feit dat het aantal Futen het hoogst is (was) in de nazomer (ruitijd).

Nonnetje: Stuurbaar via maatregelen voor Spiering, maar slechts in (veel) mindere mate via inrichtingsmaatregelen voor andere vissoorten gezien de late aankomst in het seizoen en de historisch grote afhankelijkheid van Spiering.

Grote Zaagbek: Stuurbaar via maatregelen voor Spiering, maar slechts in (veel) mindere mate via inrichtingsmaatregelen voor andere vissoorten gezien de late aankomst in het seizoen. Historisch wel minder sterk afhankelijk van Spiering dan Nonnetje.

Dwergmeeuw: Waarschijnlijk vooral stuurbaar via maatregelen voor Spiering. Historisch in hoge mate afhankelijk van Spiering als voedsel. Heeft door het zeer beperkte duikvermogen ook last van toenemend doorzicht.

Visdief: Stuurbaar via maatregelen voor Spiering en aanleg van broedgelegenheid op strategische plekken (zones met niet te helder water en goede vispopulaties). Voert ook andere vissoorten aan voor de jongen maar deze andere prooidieren zijn minder goed beschikbaar in de bovenste waterlaag.

Zwarte Stern: Stuurbaar via maatregelen voor Spiering en aanleg van rustgebied. Heeft door zeer beperkt duikvermogen veel last van toenemend doorzicht in aanvulling op de afname van Spiering. Eet ook insecten, maar deze voedselbron vergt veel inspanning en de beschikbaarheid is variabel.

Tabel 6.2 Samenvatting van haalbaarheid van de huidige doelen, stuurbaarheid en internationale urgentie voor toename bij viseters

	Jaren '80	Huidig doel	Laatste 5-jarig gemiddelde	Autonoom behoud	Behoud met maatregelen	Toename met maatregelen	Internationale urgentie
Viseters Markermeer - IJmeer							
Fuut	400	170	175	-?	+	+	-
Nonnetje	300	80	90	-(+?)	+	+	-
Grote Zaagbek	300	40	50	+	+	+	-
Dwergmeeuw	10	= (6)	7	-	-?	+	-
Visdief	800	630p	460p	-	+	++	-
Zwarte Stern	300	= (30)	30	+	+	+	++
Viseters IJsselmeer							
Fuut	2100	1300/2200	1130	-?	+	+	-
Nonnetje	90	180/180	220	-(+?)	-(+?)	+	-
Grote Zaagbek	1400	1300/1850	1880	-(+?)	-(+?)	+	-
Dwergmeeuw	80	50/85	80	-	+	+	-
Visdief	1750	3300p	4870p	-	-?	+	-
Zwarte Stern	72000	49700 / 73200	25200	-	-	+	++

6.2 De maatregelen

Deze aanpak beoogt in feite het (gedeeltelijk) opheffen van de belangrijkste oorzaken van de neergaande trends in het IJsselmeergebied door het verhogen van de voedselkwaliteit van fytoplankton en de secundaire productie in de meren, hetzij via de input van nutriënten, hetzij via het beperken van andere limiterende factoren voor productie, zoals slib in het Markermeer.

In deze en de volgende paragraaf worden 39 opties voor maatregelen verkend met de uit ANT verkregen kennis. Aan het eind van de bespreking wordt per maatregel een oordeel gegeven over de mogelijke bijdrage aan verbetering van het systeem. Als dit advies in groen is weergegeven wordt uitvoering of nadere verkenning geadviseerd. In oranje is bij een aantal maatregelen toegevoegd dat uitvoering alleen in combinatie met andere maatregelen zinvol is. Deze maatregelen komen terug bij de clustering en prioritering in paragraaf 6.5. Rood gekleurd zijn de maatregelen waarvan uitvoering weinig zinvol wordt geacht.

6.2.1 Nutriënten: toename beschikbaar N en P

De productiviteit van de meren is verminderd door afname van de aanvoer van nutriënten. Om de productiviteit weer iets te verhogen zijn er met betrekking tot de beschikbaarheid van nutriënten vier opties: toename van aanvoer, optimalisatie van de verdeling van de aanvoer, vermindering van afvoer (retentie) en vermindering van actieve onttrekking (visserij). Verder is er een mogelijkheid via de diversiteit van het ecosysteem: toename van soortdiversiteit voor efficiënter gebruik van de nog aanwezige nutriënten.

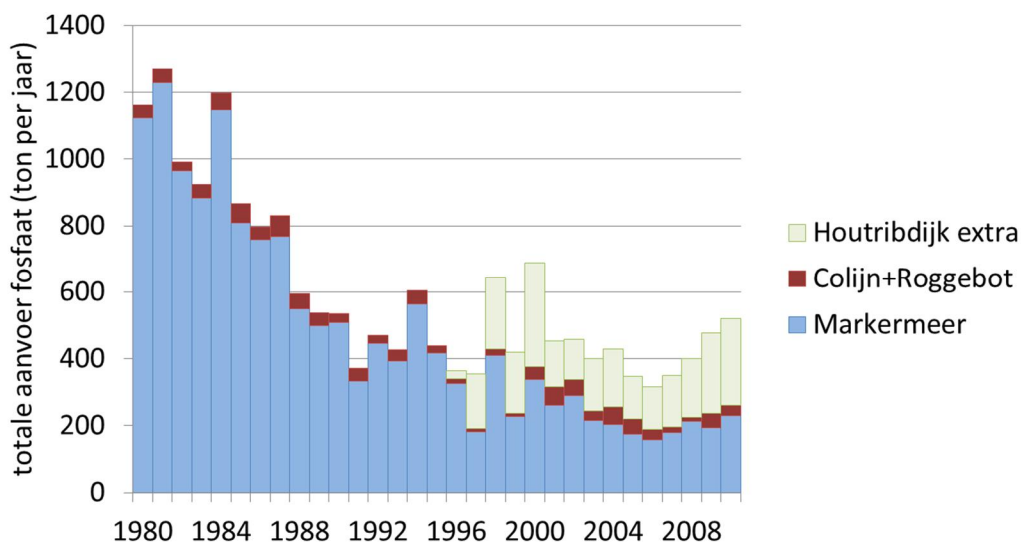
Maatregel 1: Toename van de aanvoer van fosfaat en nitraat, bijvoorbeeld door het versoepelen van mestwetgeving of het verminderen van defosfatering in het stroomgebied

De nutriëntenhuishouding is in het verleden voor het oppervlaktewater gebruikt als stuurknop, om de belasting met meststoffen te verlagen. Wettelijke normen daaromtrent zijn inmiddels vastgelegd om bijvoorbeeld het doel van de KaderRichtlijn Water te bereiken, namelijk een goede biologische toestand. Gebruik van deze stuurknop ter verbetering van de voedselkwaliteit van fytoplankton en de verhoging van de secundaire productie van het ecosysteem is dus juridisch alleen mogelijk zolang aan de verplichtingen onder de KRW wordt voldaan (de huidige concentraties van totaal fosfor liggen onder de KRW-norm). Afgezien daarvan staan maatregelen in deze sfeer op gespannen voet met de inspanningen van enkele decennia om te komen tot een betere waterkwaliteit met een meer natuurlijke nutriëntenhuishouding en minder blauwalgenbloei. Wijzigingen in de belasting vanuit de IJssel, waar de nutriëntconcentraties in het water nagenoeg identiek zijn aan die in de Rijn bij Lobith, zijn in hoge mate afhankelijk van internationale afspraken. Kort samengevat is het vergroten van de totale toevoer van nutriënten politiek en ecologisch gezien geen optie.

Bijdrage: Niet van toepassing gezien onwenselijkheid
Kosten: Niet van toepassing
Advies: Niet wenselijk

Maatregel 2: Herverdeling van de aangevoerde nutriënten, concreet door verplaatsing van lozingspunten naar gebieden met de laagste concentraties (polderwater via Blocq van Kuffeler naar het Markermeer, meer water uit IJsselmeer naar Markermeer).

Sinds enkele jaren ligt het fosfaatgehalte in het Markermeer onder de doelstelling van de Kaderrichtlijn Water. Daardoor bestaat er enige ruimte voor herverdeling van de beschikbare fosfaten binnen het IJsselmeergebied in de richting van het Markermeer. Als al het fosfor dat vanuit de Flevopolders via Gemaal Colijn naar het Ketelmeer wordt gemalen in plaats daarvan op het Markermeer zou worden geloosd, zou de totaalfosfaat belasting van het Markermeer met gemiddeld 13,5% kunnen stijgen (berekend over 2003-2010; figuur 6.3), terwijl de belasting van het IJsselmeer met 1,2% daalt. Fosfor dat nu via Gemaal Lovink en de Roggebotsluis naar het Ketelmeer gaat zou nog eens 3,5% meer belasting op het Markermeer kunnen betekenen, maar dan vervalt de mogelijkheid de Veluwerandmeren door te spoelen. De belasting van het Markermeer-IJmeer is tussen 1980-87 en 2003-10 met 80% gedaald. De extra toevoer van het fosfor van Gemaal Colijn op basis van de gegevens uit 2003-2010 bedraagt 3% van dat verschil. Door de lange verblijftijd van het water in het Markermeer en de toenemende rol van interne processen in de nutriënthuishouding van het meer zal een dergelijke toename waarschijnlijk niet zichtbaar zijn in de concentraties van fosfor in het water. Het omleiden van het water uit de Flevopolders is een relatief goedkope no-regret maatregel, maar er mogen geen substantiële effecten van worden verwacht.



Figuur 6.3 Opbouw van de belasting van totaal fosfor op het Markermeer (totale aanvoer, in donkerblauw), met daaraan toegevoegd het fosfaat dat nu via Gemaal Colijn en de Roggebotsluis op het Ketelmeer wordt geloosd en het fosfaat dat met de actuele concentraties uit het IJsselmeer zou zijn gekomen als het hoge spuidebiet van 1995 zou zijn gehandhaafd. Gegevens van Gemaal Colijn zijn slechts beschikbaar vanaf 2000. Berekend op basis van debiet- en waterkwaliteitsdata van Rijkswaterstaat en waterschappen.

Een andere optie is meer spui van IJsselmeerwater naar het Markermeer. De hoeveelheid water die door de Houtribdijk naar het zuiden ging was in de periode 1991-1996 verhoogd, met een piek in 1995. Sinds 1997 is die hoeveelheid veel lager, waardoor de fosfaatbelasting in het Markermeer sterker daalde dan in het IJsselmeer. Toch zijn de concentraties van totaal fosfaat in de twee meren sinds 1992 vrijwel identiek, en is ook in het IJsselmeer de opgeloste fractie sinds 2004 nagenoeg uitgeput. Verhoging van de spuidebieten naar het Markermeer zijn een nadere verkenning waard, ook gezien de relatief beperkte kosten. Een dergelijke maatregel zal echter niet leiden tot een structurele toename van de concentraties in het water.

Bijdrage: Beperkt, uitsluitend Markermeer
Kosten: Laag (grootte-orde €10.000,-; wijziging spuibeheer met bestaande middelen)
Advies: No-regret maatregel, effect kwantificeren via modelleren

Maatregel 3: Verminderen van onttrekking van nutriënten door visserij.

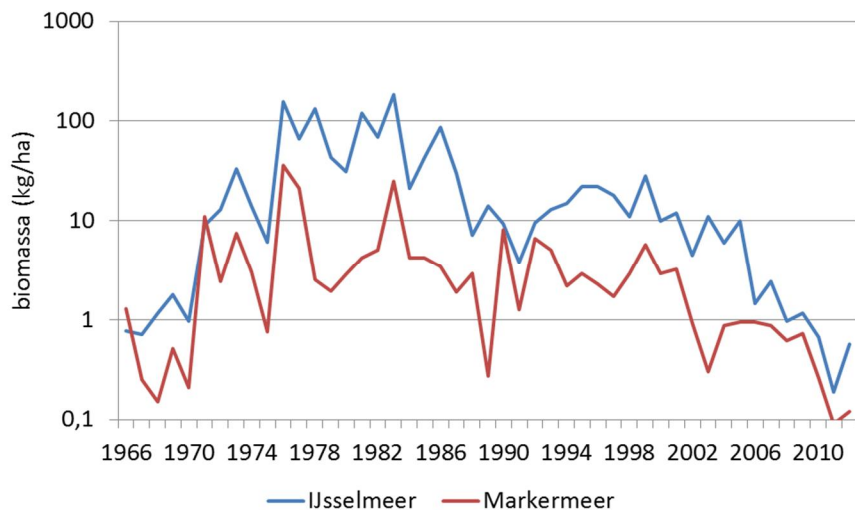
In bepaalde systemen zit een groot deel van het aanwezige fosfaat in biota, zoals waterplanten of vis. Daarbij accumuleert vis per gewichtseenheid veel meer fosfaat dan plankton of benthos, waardoor het een belangrijk compartiment kan zijn voor opslag van fosfaat (Boers et al. 1991, Griffiths 2006). Dat hoeft echter niet te betekenen dat ook het aandeel in de totale fosfaatbalans groot is. Met een concentratie van 4 g fosfaat per kg verse vis werd via aanlanding van vis over de periode 1993-2003 ongeveer 9300 kg fosfaat per jaar afgevoerd, in 2004-2010 nog ongeveer 5300 kg per jaar. De afvoer door de Afsluitdijk bedroeg respectievelijk 2,3 en 1,9 miljoen kg per jaar, dus enkele honderden keren meer. Visserij levert dus geen serieuze bijdrage aan de afname van de voedselrijkdom. Wel is door de lagere afvoer het effect op het Markermeer wat groter.

Bijdrage: Verwaarloosbaar
Kosten: Miljoenen (beperken visserij, totale omzet nog ca. 2,5-3 miljoen per jaar)
Advies: Lage prioriteit

Maatregel 4: Verbeteren van circulatie van nutriënten; bodemwoelende vis.

Bodemwoelende vis heeft met de opwerveling van sediment ook invloed op de beschikbaarheid van nutriënten in de waterkolom. De belangrijkste bodemwoeler, Brasem, nam in het IJsselmeer sterk af aan het eind van de jaren tachtig en is na een nieuwe afname inmiddels in beide meren nagenoeg verdwenen; in het Markermeer sinds 2002, in het IJsselmeer sinds 2006 (figuur 6.4). Vooral van 2006-2008 was de aanlanding hoog ten opzichte van het geschatte bestand. De invloed van visserij op de brasempopulatie is in ANT echter niet onderzocht. Vele studies geven aan dat er een relatie is tussen de biomassa van bodemwoelende vis en resuspensie (synthese in Meijer 2000). Het manipuleren van de omvang van de brasempopulatie is daarmee een stuurknop met minimaal lokale effecten. Gezien de al drie decennia lang sterk dalende fosfaatbelasting en de recente afname van fosfaat in opgewerveld sediment gaat het om een beperkt effect.

Bijdrage: Mogelijk (tijdelijk) effectief in Markermeer, onzeker gezien lage P gehalten in opgewerveld zwevend stof
Kosten: Tonnen (beperken brasemvisserij; omzet nog ca. 1-2 ton per jaar)
Advies: Verkennen (nader onderzoek; link met overlast door waterplanten Randmeren; van Geest & Noordhuis 2013)



Figuur 6.4 Verloop van de geschatte biomassa van Brasem in het IJsselmeer en Markermeer (kg/h). Gegevens Imares, IJmuiden.

Maatregel 5: Verbeteren van circulatie van nutriënten; benthos.

Ook bioturbatie, gravende activiteiten van bodemorganismen zoals wormen en muggenlarven, kan invloed hebben op circulatie van in de bodem opgeslagen nutriënten (Cadée 2001, de Lucas Pardo et al. 2013). In het Markermeer bestaat een evenwicht tussen door bioturbatie veroorzaakte erosie van klei en hersedimentatie van het daaruit gevormde slib. Als deze sedimentatie zich voortzet wordt de onderste laag van dit slib anaeroob. Het wervelt dan alleen nog op bij storm. In die delen van het meer wordt de activiteit van benthos en de erosie geremd, en daarmee ook de hercirculatie van bodemfosfaat in de waterkolom. Het afvoeren van slib zou dus de beschikbaarheid van intern fosfaat kunnen vergroten. Gezien de al drie decennia lang sterk dalende fosfaatbelasting en de recente afname van fosfaat in opgewerveld sediment gaat het wellicht op langere termijn om een beperkt effect.

Bijdrage: Mogelijk (tijdelijk) effectief in Markermeer

Kosten: Zeer hoog tot neutraal, afhankelijk van methode, van grootte-orde 100 miljoen bij opening in Houtribdijk tot neutraal bij aanleg slibput in combinatie met zandwinning; zie maatregelen 11-14 (afvoeren van slib ter vermindering van afdekking fauna)

Advies: Verkennen, meewegen bij beoordeling maatregelen 11-14
Zelfstandig niet zinvol

6.2.2 Primaire productie: toename productie fytoplankton

Primaire productie door algen staat aan de basis van de voedselketen. Die productie kan beperkt worden door allerlei factoren, waaronder nutriënten, licht, graas en tijd. Sommige van die factoren zijn stuurknoppen voor het stimuleren van productie.

Maatregel 6: Verminderen nutriëntbeperking van algengroei.

Gezien de uitputting van de opgeloste fracties van fosfor en stikstof in beide meren kan worden gesteld dat de groei van algen nutriëntbeperkt is.

Dat betekent dat die groei weer kan toenemen met een verhoging van de aanvoer van nutriënten. Dit spoor is in de vorige paragraaf behandeld. Het gaat om eventuele herverdeling van de beschikbare aanvoer binnen de grenzen van wat mogelijk is op basis van de normen van de Kaderrichtlijn Water (maatregel 2).

Bijdrage: Mogelijk relevant in Markermeer indien gecombineerd met minder vlokvorming

Kosten: Hoog tot neutraal; lage kosten voor maatregel 2 (grootte orde €10.000 voor herverdeling aanvoer nutriënten) en zeer hoge kosten tot neutraal voor maatregelen 11-18 (afvoeren slib en/of beperken opwerveling)

Advies: Meewegen bij beoordeling maatregelen 12-18

Maatregel 7: Vermindering van lichtbeperking van algengroei.

Zowel modelberekeningen als verschillende veldwaarnemingen (hogere chlorofylgehalten in de winter, lage chlorofylgehalten in luwe gebieden met relatief groot doorzicht) geven aan dat de groei van fytoplankton in beide meren in het algemeen niet meer lichtbeperkt is.

Bijdrage: Niet van toepassing omdat lichtbeperking niet meer structureel optreedt.

Kosten: Niet van toepassing

Advies: Niet zinvol

Maatregel 8: Vermindering van graasbeperking van algen.

Fytoplankton wordt begraasd (gegeten) door secundaire producenten, in het bijzonder zoöplankton en sessiele filterfeeders zoals mosselen. Zoöplankton kan de algenbiomassa beperken door graas in het voorjaar (clear water phase), totdat de jonge vis toeneemt en het zoöplankton eet. Beperking van graas door zoöplankton heeft geen zin, omdat het juist gaat om de voedselbeschikbaarheid voor vis. Fytoplankton wordt echter ook intensief begraasd door mosselen. Die mosselen vormen weer voedsel voor benthivore watervogels. De mosselen zijn recent zeer toegenomen terwijl ze in voedingswaarde zijn gedaald. Daardoor worden ze veel minder gegeten. De enorme filtratiecapaciteit resulteert in verlaagde fytoplanktonbiomassa en lage dichtheden van zoöplankton en planktivore vis. Het reduceren van dichtheden van mosselen is echter geen optie vanwege de enorme voortplantingscapaciteit via planktonische larven.

Bijdrage: Niet van toepassing want onuitvoerbaar (mosselgraas) of onwenselijk (zoöplankton)

Kosten: Niet van toepassing

Advies: Niet zinvol

Maatregel 9: Vermindering van tijdbeperking van algengroei.

Tijdbeperking van algengroei treedt op in rivieren en meren met een (zeer) korte verblijftijd, zoals het Ketelmeer. Alleen in het zuidelijke deel van het IJsselmeer kan deze groeibeperking van enige betekenis zijn.

Hier is deze beperking echter inmiddels overvleugeld door graasbeperking na de sterke toename van mosselen. Verlenging van verblijftijden is dus niet meer effectief, en ook om andere redenen niet mogelijk of wenselijk.

Bijdrage: Niet van toepassing want onuitvoerbaar

Kosten: Niet van toepassing

Advies: Niet zinvol, niet mogelijk

Maatregel 10: Grotere soortdiversiteit voor optimale benutting van de nutriënten die (nog) beschikbaar zijn voor de hogere trofische niveaus.

De manier waarop nutriënten worden gebruikt verschilt tussen soorten en/of soortgroepen van primaire producenten. Daardoor wordt bij een hoge diversiteit aan soorten efficiënter gebruik gemaakt van de aanwezige nutriënten dan bij dominantie van slechts enkele soorten. Grotere diversiteit kan bereikt worden door meer verschillende habitats te creëren (maatregel 26, 33, 34). Het effect hiervan zal beperkt zijn, maar kan worden beschouwd als aanvulling op andere redenen voor het uitvoeren van dergelijke maatregelen. Maatregelen in dat kader zijn het aanleggen van luwtegebieden voor waterplanten en het verbeteren van de connectiviteit en land-water overgangen. Hoeveel ecologische winst hiermee te behalen valt is vooral afhankelijk van de grootte van het aan te leggen areaal (zie maatregel 26 en 33-36).

Bijdrage: Beperkt, maar te bezien in combinatie met andere voordelen van hogere diversiteit

Kosten: Hoog tot zeer hoog (tientallen tot honderden miljoenen), zie maatregelen 26 en 33-36 (inrichting voor habitatdiversiteit)

Advies: Meewegen bij beoordeling van maatregelen 26 en 33-36

6.2.3 Voedselkwantiteit primair (algen) verhogen: slib Markermeer

Behalve dat productie en groei van algen kunnen worden beperkt door de in de vorige paragraaf genoemde factoren, kunnen de algen ook uit het systeem (althans uit de waterkolom) verdwijnen door bezinking. De bezinksnelheid is daarbij afhankelijk van vorm en massa van de algen, en kan veranderen door associatie van algencellen onderling en door vlokvorming van algen met andere deeltjes, zoals opgewerveld slib. De vlokken, en daarmee de bezinksnelheid van de algen, worden groter naarmate de turbulentie afneemt. Daardoor zijn de algenconcentraties in het Markermeer in de zomer en in de luw gelegen gebieden laag. Niet alleen zijn algen door sterkere bezinking via vlokvorming verminderd beschikbaar voor het pelagische deel van de voedselketen (via zoöplankton naar pelagische vis), ook zijn de grotere vlokken niet geschikt voor filtratie door (zoöplankton en) mosselen. Ook voor het bentische deel van het voedselweb zijn algen dus door vlokvorming verminderd beschikbaar.

De mate van vlokvorming is afhankelijk van concentraties van slib en algen, van de algensoort en van de turbulentie. Aangezien de soort samenstelling van het fytoplankton moeilijk te sturen is, liggen de sturingsmogelijkheden in slibconcentraties en turbulentie. Lage slibconcentraties zullen resulteren in minder vlokvorming, relatief hoge turbulentie in kleinere vlokken en lage bezinksnelheden. Om een groter deel van de productie in de waterkolom te houden en de vlokken klein genoeg te houden voor filtratie (door mosselen en watervlooiën) zijn dus maatregelen nodig die resulteren in sterke reductie van opwerveling van slib, of in beperkte reductie van slib met behoud van turbulentie. Er is behoefte aan betere onderbouwing van dit mechanisme, aangezien de vlokvorming in het ANT programma slechts bij twee soorten algen is onderzocht.

Maatregel 11: Afvoeren van slib door opening van de Houtribdijk.

Grote openingen in de Houtribdijk bevorderen de verversing van het Markermeer, waarmee het gehalte aan fijn zwevend stof afneemt, terwijl het in het IJsselmeer plaatselijk iets toeneemt. Dit bevordert grootschaliger gradiënten van troebel naar helder water voor ruimtelijke diversiteit en betere foerageermogelijkheden voor visetende vogels. Opheffen van compartimentering (open Houtribdijk) en verzoeting (inbrengen van zoetwater) sluiten aan bij maatregelen ter verbetering van connectiviteit onder de systeemknop inrichting en beheer.

Het bezwaar dat de “slibproblemen” van het Markermeer op deze manier op termijn ook in het IJsselmeer gaan optreden is enigszins ingehaald door de autonome toename van het doorzicht in het zuidelijke deel van het IJsselmeer. Het volledig opheffen van de compartimentering van het IJsselmeergebied (verwijderen van Houtrib- en Afsluitdijk) zou ons terug brengen naar een brakke binnensee. Dat is niet zinvol met betrekking tot de meeste van de huidige natuurdoelen die voor het gebied gelden, en stuit natuurlijk op bezwaren ten aanzien van onder meer veiligheid en zoetwatervoorziening. Wel komt de suggestie van verwijdering van de barrière tussen IJsselmeer en Markermeer geregeld terug in de discussies, met name met betrekking tot oplossing van de slibproblematiek in het Markermeer. Hiertoe moet echter op basis van modelberekeningen een zeer aanzienlijk deel van de dijk worden verwijderd (van Duin 1992), wat deze maatregel zeer kostbaar maakt.

- Bijdrage:** In potentie groot, afhankelijk van omvang maatregel, combi met maatregel 30 (nieuwe zichtgradiënt in IJsselmeer)
- Kosten:** Zeer hoog (grootte orde honderd miljoen) bij structureel effect op de concentratie van slib
- Advies:** Verkennen met slibmodel, voorlopig lage prioriteit gezien zeer hoge kosten

Maatregel 12: Wegvangen van slib in putten.

Diepe putten kunnen fijn sediment uit de waterkolom invangen en vastleggen (niet meer erodeerbaar door de golven). Het doel hiervan is het verwijderen van slib of het vergroten van de (lokale) helderheid. Het succes is afhankelijk van formaat en volume van de put (Uittenboogaard et al. 2008, Penning et al. 2009). De diepte moet groter zijn dan 6 meter om slib in te vangen, maar liever nog dieper dan 10 meter, anders treedt weer erosie op, die zorgt voor afname van de sedimentatie naar mate de diepte afneemt (Boderie et al. 2010). Voor slibreductie die relevant is op systeemniveau zijn zeer grote putten nodig van 5-10% van het meeroppervlak (Vijverberg & Boderie 2008, Genseberger et al. 2011). Afhankelijk van de locatie kan op die schaal verlies van areaal voor op bodemorganismen foeragerende watervogels een rol gaan spelen. De zwevend stof gehalten zijn sinds 2004 weer lager dan verwacht op basis van de windsnelheid, als gevolg van autonome ontwikkelingen. Mogelijk zorgt de toename van Quaggamosselelen via bodembedekking en filtratie voor verdere afname.

- Bijdrage:** Relevant in Markermeer, vooral in combinatie met andere maatregelen voor slibreductie (14, 16, 17), maar ook voor diversiteit (26, 33,37-39)
- Kosten:** Hoog tot neutraal afhankelijk van omvang, uitvoering en combinaties, hoog als geïsoleerde maatregel (miljoenen tot tientallen miljoenen), neutraal in combinatie met zandwinning
- Advies:** Overwegen in combinatie met andere inrichtingsmaatregelen
Zelfstandig niet zinvol

Maatregel 13: Wegvangen van slib in moeras.

De aanleg van moeras, onder meer ter vergroting van de biodiversiteit (o.a. maatregel 34, 37) kan gedeeltelijk worden uitgevoerd met specie van vaargeulonderhoud, of meer actief door gebruik van de toplaag van het sediment in het Markermeer. Als voorbeeld kunnen de voorgestelde wetlands van TBES en Marker Wadden tussen Lelystad en het Enkhuizerzand genoemd worden. Hierbij wordt slib voor aanleg van moeras gewonnen uit nog te graven sleuven die slib moeten verzamelen (maatregel 12). Door winning van dit materiaal gedurende de langjarige aanleg blijft de werking van de put effectief. Als door de werking van de put de dikte van de sliblaag in de omgeving kleiner wordt, kan dit succes wel enigszins beperkt worden doordat de kleilaag plaatselijk minder door anaeroob materiaal wordt bedekt. Daardoor kan de activiteit van de bodemfauna weer toenemen, zodat door erosie nieuw slib ontstaat. Daarnaast lijkt invang van slib mogelijk bij een open constructie van een moeras (zie ook maatregel 14), afhankelijk van stroming en peilfluctuatie (maatregel 36).

Bijdrage: In het Markermeer groot, vooral in de aanlegfase van moeras
Kosten: Zeer hoog (aanleg moeras tientallen tot honderden miljoenen euro's)
Advies: Gebruik slib bij aanleg moeras, hoge prioriteit ondanks kosten, permanente slibinvang via design

Maatregel 14: Wegvangen van slib in kwelderwerken.

Breng (rijs/naald)houten dammetjes aan vanuit de dijken, conform de kwelderwerken in de Waddenzee. Het doel is om sediment in te vangen, vegetatie mogelijk te maken, en zo een meer natuurlijke land-waterovergang te creëren (werkt wellicht beter met meer peildynamiek). Het succes van een dergelijke maatregel hangt sterk af van waterbeweging en peilfluctuatie, en zal vanwege het ontbreken van getij niet vergelijkbaar zijn met kwelderaangroei in de Waddenzee. Mogelijk aan de oostkant van de meren werkzaam door opwaaiing (ook genoemd voor Friese kust, maar hier betreft het zand). Als mechanisme voor de verwijdering van slib in het Markermeer gezien de diepteverdeling waarschijnlijk geen substantiële potentie.

Bijdrage: Slibreductie verwaarloosbaar, wel meekoppeling stimuleren diversiteit
Kosten: Beperkt tot hoog, beperkt in combinatie met moerasaanleg (duizenden tot tienduizenden voor kwelderpalen), individueel hoog door verondieping (tonnen tot miljoenen)
Advies: No-regret, te vervatten in uitvoering andere maatregelen (14, 34, 37)
Zelfstandig niet zinvol

Maatregel 15: Reductie van resuspensie door verzilting.

Fijn materiaal flocculeert beter in een zoute omgeving. Inbrengen van zeewater zou dus kunnen bijdragen aan het uitzakken van fijn sediment uit de waterkolom. Dit staat echter op gespannen voet met de zoetwatervoorraadfunctie van de meren. Slib is echter alleen in het Markermeer een probleem, en daar ligt verzilting het minst voor de hand. Toelaten van zeewater betekent verder dat er dan een meer estuarien systeem ontstaat met een hele andere biotische gemeenschap (en dus ook een ander voedselweb). Hoe de watervogels hierop zouden reageren is niet bekend.

Bijdrage: Niet van toepassing, niet wenselijk voor Markermeer
Kosten: Niet van toepassing
Advies: Voor reductie van opwerveling (in Markermeer) niet zinvol

Maatregel 16: Reductie van resuspensie door verkorting strijklengte.

Verkorting van de strijklengte resulteert in vermindering van resuspensie en toename van de helderheid. Het effect hiervan is met behulp van het verbeterde slibmodel gekwantificeerd (van Kessel et al. 2009, Boderie et al. 2012, toegepast in o.a. Genseberger et al. 2013). Als de diepte beperkt is stimuleert dit de groei van waterplanten, waardoor de reductie van resuspensie verder wordt beperkt (van Zuidam in prep. a, b). De reductie van resuspensie moet echter groot zijn om vlokvorming te voorkomen. Als de reductie beperkt is, zorgt de afname van turbulentie juist voor versterking van vlokvorming en toename van de bezinksnelheid van algen. Wel wordt de habitatdiversiteit vergroot waardoor in het voedselweb richting vogels alternatieven ontstaan (maatregel 26, 33).

Bijdrage: Groot met betrekking tot ontwikkeling van waterplanten en daarmee vergroten van (habitat)diversiteit, vooral in combinatie met verondieping (maatregel 26, 33)
Kosten: Hoog, miljoenen tot tientallen miljoenen (luwtedammen, eilanden, verondieping)
Advies: Vooral met verondieping effectief, hoge prioriteit, wel blijven heroverwegen in verband met autonome ontwikkelingen

Maatregel 17: Reductie van resuspensie door vergroten diepte (verhoging peil).

Kan door verdieping of peilverhoging. Vergroten van de diepte heeft twee tegengestelde effecten. Een grotere diepte is gunstig omdat de opwerveling van bodemsediment afneemt. Het leidt er echter ook toe dat bodemfauna moeilijker bereikbaar wordt voor vogels. Ook is er minder kans op vestiging van planten zodat ook de toename van alternatieve voedselsoorten wordt geremd. Bij verdieping in feite dezelfde maatregel als afvoer van slib in putten (12), voegt daaraan weinig toe.

Bijdrage: Zie onder maatregel 12: Relevant in Markermeer, vooral in combinatie met andere maatregelen voor slibreductie (14, 16), maar ook voor diversiteit (26, 33,37-39)
Kosten: Hoog tot neutraal bij verdieping, afhankelijk van uitvoering en combinaties, (zeer) hoog als geïsoleerde maatregel, neutraal in combinatie met zandwinning (maar schaal dan klein). Bij peilverhoging extra kosten voor beheer tot miljoenen voor aanpassing havens en dergelijke.
Advies: Overwegen in combinatie met andere inrichtingsmaatregelen
 Zelfstandig niet zinvol

Maatregel 18: Reductie van resuspensie door afdekking.

Door lokaal een zandlaag op de slibbodem aan te brengen (bijvoorbeeld bij Hoornsche Hop) met als doel de bodem-wateruitwisseling te verminderen, kan in theorie een bijdrage aan het beeld van een helder meer worden geleverd. Dit is alleen effectief als het hele meer tegelijk wordt behandeld, waardoor het zeer kostbaar wordt. Lokale toepassing kan zinvol zijn in combinatie met of als onderdeel van andere maatregelen, bijvoorbeeld ter versteviging van de randen van verdiepingen (van Kesteren 2008, Penning et al. 2009). Voor reductie van de hoeveelheid slib op systeemniveau is de maatregel niet realistisch.

Bijdrage: Gering
Kosten: Hoog (miljoenen)
Advies: Niet uitvoeren

6.2.4 Voedselkwaliteit primair (algen) verbeteren: P/C-ratio, soortsaamenstelling

Modellering van algen in het IJsselmeer gaf aan dat niet de primaire productie beperkend is voor het voedselweb, maar de voedselkwaliteit van de algen. Deze lagere voedselkwaliteit is een gevolg van verandering van de soortsaamenstelling ten gunste van soorten die in het voordeel zijn bij lage fosfaatgehalten. Doordat ze dientengevolge ook zelf minder fosfaat bevatten verslechtert de kwaliteit van algen als voedsel en wordt de voortplanting van zoöplankton en de groei van mosselen geremd.

Maatregel 19: Soortsaamenstelling van fytoplankton veranderen.

Dit is mogelijk enigszins stuurbaar via het verhogen van de fosfaatbelasting en -concentraties (maatregelen 1-5), maar de effecten zijn nauwelijks voorspelbaar. Daarnaast is er een mogelijkheid in het Markermeer te sturen via vermindering van opwerveling van slib, waardoor in theorie minder vlokvorming van algen en slib plaatsvindt die de bezinksnelheid vergroot. Daardoor kunnen algen langer in de waterkolom blijven (beschikbaar voor watervlooiën) en zal de soortsaamenstelling wijzigen. Dit is echter nogal speculatief, waarschijnlijk wordt bij beperkte reductie van opwerveling de vlokvorming juist versterkt.

Bijdrage: Beperkt
Kosten: Hoog, zie kosten van maatregelen ter reductie van opwerveling (16)
Advies: Eventueel meewegen bij beoordeling van maatregel 16 (en dus ook 26, 33), maar in feite niet realistisch (P-gehalten bij soortveranderingen zullen niet meer worden gehaald)

6.2.5 Voedselkwantiteit secundair (benthos) verhogen

De hoeveelheid van het oorspronkelijke stapelvoedsel voor benthosetende watervogels, de Driehoeksmossel, is in beide meren sterk afgenomen. Recent is, na een groot deel van de afname, een nauw verwante soort gearriveerd (Quaggamossel) die de Driehoeksmossel verder verdrukte en hogere dichtheden bereikte dan de laatste ooit heeft gehad.

Opties voor rechtstreekse maatregelen ter stimulering van mosselpopulaties zijn het aanbieden van geschikt aanhechtingssubstraat of het reduceren van de kans om te worden bedekt met sediment (slibmaatregelen). Dit is echter alleen nog relevant omwille van effecten via filtratie op helderheid, en dat is op zijn beurt niet overal wenselijk (zie maatregel 30).

De functie van de Driehoeksmossel (en de Quaggamossel) als sleutelsoort in de voedselvoorziening van watervogels is sterk verminderd vanwege de slechte conditie (lage calorische waarde) van beide mosselsoorten (Mandemakers 2013, bij de Vaate 2012a). Benthivore watervogels hebben niet of negatief gereageerd op de opmars van deze nieuwe mosselsoort, waarmee het stimuleren van mosselpopulaties omwille van voedselbeschikbaarheid niet meer zinvol is, tenzij de duikkosten naar de mosselen dusdanig laag zijn dat het voor de vogels loont om naar deze kwalitatief minder goede mosselen te duiken. Of het foerageren op mosselen voor vogels rendabel is hangt namelijk af van de balans tussen de dichtheid van de mosselen, de calorische waarde van de mosselen en de duikdiepte voor de vogels (De Leeuw 1997). In onderstaande maatregelen 20 t/m 25 worden deze sturingsopties behandeld.

Maatregel 20: Dichtheid van mosselen verhogen; aanbieding substraat.

Verhoging van mosseldichtheden is in principe mogelijk door het aanbrengen van substraat. Toepassing van een dergelijke maatregel op een schaal die op systeemniveau effect heeft is zeer kostbaar. Daarnaast zijn de Quaggamosselen die tegenwoordig domineren minder afhankelijk van substraat dan Driehoeksmosselen. Verder zijn de dichtheden door toename van de eerstgenoemde soort inmiddels veel hoger dan ze bij de Driehoeksmossel ooit zijn geweest, en gaat die toename (in het zuidelijke IJsselmeer) samen met een afname van de relatieve vleesgewichten van beide soorten (bij de Vaate 1991 versus 2012a). Maatregelen ter verhoging van de dichtheden zijn dus op dit moment niet zinvol.

Bijdrage: Negatief; niet wenselijk
Kosten: Niet van toepassing (tonnen tot miljoenen voor aanbrengen substraat)
Advies: Niet uitvoeren

Maatregel 21: Dichtheid van mosselen verhogen; reductie afdekking met slib.

Afdekking met slib kan (in het Markermeer) een rol hebben gespeeld als sterftefactor bij de Driehoeksmossel, maar er is geen ruimtelijke variatie in afname van de Driehoeksmossel die suggereert dat die rol groot is geweest (afname van de gemiddelde lengtes heeft ook op de stenen langs de oevers in luwe gebieden plaatsgevonden. De betekenis van dit aspect is bovendien ingehaald door de opmars van de Quaggamossel, waarbij de kwaliteit als voedsel voor vogels (te) laag is. Met die opmars is ook de kwaliteit van de overgebleven Driehoeksmosselen (verder) afgenomen. Maatregelen ter verhoging van de dichtheden zijn dus op dit moment niet zinvol en misschien zelfs onwenselijk, zie maatregel 20. Afvoeren van slib dat ook de mosselen bedekte wordt wel voorgesteld ter verbetering van de overige bodemfauna en van de interne circulatie van fosfaat (maatregel 5 en 11-14).

Bijdrage: Beperkt
Kosten: Hoog tot neutraal (in combinatie met zandwinning), zie 11-14
Advies: Niet uitvoeren met deze motivatie (maar zie 5, 11-14)

6.2.6 Voedselkwaliteit secundair (benthos)

Mosselen staan voor een zeer groot gedeelte uit kalk (schelp), maar zijn toch rendabel te benutten bij hoge dichtheden, geringe diepte en een hoge vleesinhoud (en vetgehalte; calorische waarde; De Leeuw 1997). Door afname van het vleesgewicht in relatie tot de schelp lengte en van het vetgehalte is het foerageren op mosselen bij de huidige diepte in het IJsselmeer en Markermeer nauwelijks meer rendabel. Mogelijkheden om kwalitatief beter voedsel te bieden zijn als volgt:

Maatregel 22: Calorische waarde van mosselen verhogen via fosfaat.

De calorische waarde van de mosselen hangt samen met de voedselkwaliteit, en daarmee met de soortsaamenstelling van het fytoplankton. De mogelijkheden voor verhoging van de belasting met fosfaat zijn alleen voor het Markermeer realistisch (maatregel 2) en zullen ook daar niet leiden tot waarden van voor de omslag in die soortsaamenstelling. Mogelijk neemt de calorische waarde enigszins toe als de dichtheden van de Quaggamosselen weer dalen; er is sprake van dichtheidsafhankelijke effecten op het relatieve vleesgewicht (bij de Vaate 1991 en 2012a). Dit is echter niet stuurbaar, en het zal zonder toename van de aanvoer van fosfor (maatregelen 1-3) niet leiden tot een voedselkwaliteit als in de jaren 80. In het IJsselmeer is dit sowieso geen realistische stuurknop.

Bijdrage: Verwaarloosbaar, niet stuurbaar
Kosten: Laag, zie maatregel 2
Advies: Niet zinvol

Maatregel 23: Calorische waarde van mosselen verhogen door reductie vlokvorming.

De calorische waarde van mosselen in het Markermeer kan theoretisch worden verhoogd tot het niveau in het IJsselmeer, als het effect van vlokvorming kan worden verminderd door beperking van de opwerveling van slib (maatregelen 16, 17). Mogelijkheden van deze maatregel dus mee te wegen bij luwtemaatregelen (26, 33), waarna ook maatregel 2 (verhoging aanvoer N/P Markermeer via herverdeling) interessant wordt.

Bijdrage: Mogelijk relevant in Markermeer
Kosten: Hoog (tot tientallen miljoenen), maar te zien effect van luwte-maatregelen 26, 33
Advies: Meewegen met 26, 33

Maatregel 24: Exploitatiekosten van foerageren op mosselen verlagen: verondieping.

De opbrengst voor vogels kan behalve via de calorische waarde van het voedsel ook worden verhoogd door afname van de exploitatiekosten. In dit geval kan dat vooral door het reduceren van de duikdiepte (al worden de dichtheden op geringere diepte vervolgens ook weer beperkt door hogere predatiedruk). Verondieping op substantiële schaal is echter zeer kostbaar. Ook neemt daarmee de kans op waterplanten toe. Dit resulteert wel in toename van het aanbod van andere prooien, maar ook in afname van de dichtheid van mosselen. Geen serieuze stuurknop voor mosselelers via mosselen, wel via ander prooien (maatregel 26).

Bijdrage: In potentie groot, maar dan via breed aanbod van prooi-soorten voor "mosselelers"
Kosten: Hoog bij uitvoering op substantiële schaal (tientallen miljoenen via 26, 33)
Advies: Hoge prioriteit in combinatie met luwtemaatregelen
Zelfstandig niet zinvol

Maatregel 25: Exploitatiekosten van foerageren op mosselen verlagen: peilverlaging.

De duikdiepte voor benthivore watervogels kan behalve door verondieping ook verlaagd worden door middel van peilverlaging (al wordt het effect ook weer beperkt door wisselwerking tussen diepte en predatie, zie maatregel 24). Dat betreft dan de winterperiode (november-april), wanneer de vogels op mosselen foerageren. Juist in de winter is dat in elk geval in het IJsselmeer niet haalbaar door de hoge afvoer van de IJssel, het bestaande streefpeil van -40 cm NAP wordt al zelden gehaald. Geen realistische stuurknop voor benthoseters.

Bijdrage: Niet van toepassing; niet uitvoerbaar
Kosten: Laag (tienduizenden voor peilbeheer)
Advies: Lage prioriteit

Maatregel 26: Stimuleren van alternatieve prooi-soorten.

Maagonderzoek van Kuifeenden, Toppers en Brilduikers (van Rijn et al. 2012) heeft laten zien dat in de winter naast mosselen ook veel (meer dan in de jaren 80; de Leeuw & van Eerden 1995) prooien als slakjes, erwtenmosseltjes en vlokreeftjes worden gegeten. Deze prooi-soorten hebben vaak een lager kalkgehalte dan mosselen en zijn dus op relatief grote diepte profijtelijk te benutten als de dichtheden hoog genoeg zijn.

Een deel van deze prooien is geassocieerd met ondiepten met waterplanten. Enkele soorten benthoseters (met name Tafeleend) hebben een positieve reactie (lokaal sterke toename) laten zien in antwoord op toename van waterplanten.

Deze sturingsmogelijkheid heeft vooral positief effect op aantallen benthosetende vogels in het najaar (oktober) en dus op soorten die dan al aanwezig zijn (Kuifeend en Tafeleend). Ook bij Brilduiker en Topper nemen de aantallen in oktober toe, maar die aantallen zijn dan absoluut gezien nog laag. Brilduikers concentreren zich de laatste jaren 's winters sterk in het IJsselmeer bij Lemmer (een van de gebieden met toename van planten), waar in plaats van bijna uitsluitend mosselen ook veelvuldig vlokreeftjes en slakjes worden gegeten (van Rijn et al. 2012).

Het stimuleren van waterplanten voor (habitat)diversiteit is dus een goede stuurknop met betrekking tot benthosetende vogels. De kans op planten wordt bepaald door de combinatie van diepte en doorzicht, waarbij de grens- en optimale waarden per plantensoort verschillen. Voor een structuurrijke vegetatie met meerdere habitattypen voor ongewervelde dieren en vis is toename van helderheid nodig met gevarieerde diepte (via plaatselijke verondieping).

Bijdrage: Groot
Kosten: Hoog (tientallen miljoenen)
Advies: Hoge prioriteit

6.2.7 Voedselkwantiteit secundair (vis)

Voor de geselecteerde viseters was Spiering vanouds het stapelvoedsel. De hoeveelheid Spiering is in beide meren sterk afgenomen. Spieringvisserij is een van de factoren die de hoeveelheid Spiering beperkt houdt. Andere factoren zoals klimaatverandering (opwarming) en afname van nutriënten spelen echter ook een rol, en zijn waarschijnlijk voor wat betreft de omvang van het spieringbestand in de winter dominant.

Maatregel 27: Reductie spieringvisserij.

De visserij op Spiering vindt plaats in het vroege voorjaar tijdens de paai. Omstreeks maart wordt (indien de visserij wordt toegestaan) een zeer groot deel van het (paai)bestand weggevisst (Mous 2000). De omvang van het bestand trekt in de loop van de zomer weer aan naar mate het 0+ bestand in biomassa toeneemt. Hoge temperaturen en voedseltekort gaan dan ook een rol spelen. Vooral vogels die in het voorjaar Spiering nodig hebben zullen profiteren van vermindering van de visserijdruk, met name de Visdief. Daarnaast is een visbestand dat uit meerdere jaarklassen bestaat beter bestand tegen druk van andere factoren zoals warme zomers. Gezien het ontbreken van een duidelijk verband tussen de visserijdruk en de samenstelling van het najaarsbestand hebben visserijmaatregelen hierop echter slechts beperkt effect, en zullen viseters in de winter waarschijnlijk nauwelijks profiteren.

Bijdrage: Groot voor viseters in het voorjaar (Visdief)

Kosten: Omzet ongeveer € 500.000,- per jaar

Advies: Hoge prioriteit

Maatregel 28: Verbetering intrek Spiering.

Spiering is vanouds een estuariene trekvis die in het voorjaar vanuit de Waddenzee het IJsselmeer in en in zomer en najaar weer uit wil. Intrek is via de sluizen in de Afsluitdijk wel mogelijk, maar de belemmering is zodanig groot dat Spiering van buiten nauwelijks een bijdrage levert aan de populatie in het IJsselmeer (Tulp et al. 2013). Aan de Afsluitdijk wil Spiering vooral eind maart/begin april binnentrekken (Witteveen+Bos 2009a, b, 2010). Voor een (groot?) deel betreft het terugkeer van onvrijwillig uitgespoelde Spiering, zodat het stimuleren van intrek altijd moet worden uitgewerkt in combinatie met het voorkomen van uitspoeling (maatregel 29).

Binnentrekken via de spuikokers gebeurt vooral aan het begin van de spuiperiode, als de spuidebieten nog laag zijn zodat de vis tegen de stroom in kan zwemmen. Uit onderzoek bleek dat aanzienlijk meer Spiering binnenkwam tijdens het schutten dan tijdens het spuien (Witteveen+Bos 2009a). Verbetering van de intrekmogelijkheden kan de IJsselmeerpopulatie versterken.

Mogelijkheden om intrek van Spiering te verbeteren zijn (1) spuien tot gelijk peil (nu tot 10 cm verschil tussen binnen en buitenkant) voor lagere stroomsnelheden, (2) bij vloed schutten met de spuisluisen en (3) vooral 's nachts schutten voor vis (Witteveen+Bos 2009a, b). De aanleg van extra spuumiddelen zal mogelijk de spuidebieten iets verminderen waardoor de periode dat intrek tijdens de beginperiode mogelijk is iets wordt verlengd. Dit idee is verder uitgewerkt in het project "Vismigratierivier", een vispassage door de Afsluitdijk die langer open staat dan de spuisluisen, met lagere debieten. Op basis van hydrologische modellering zou deze passage 53% van de tijd passeerbaar zijn voor vis, tegenover minder dan 5% bij de spuisluisen (Programma naar een Rijke Waddenzee 2013). Door inrichting en locatiekeuze kan enerzijds de terugkeer van uitgespoelde vis worden vergemakkelijkt, anderzijds kan voorkomen worden dat de binnengetrokken vis bij de volgende spuigang onvrijwillig weer wordt uitgespoeld. Het project doet geen uitspraak over het effect op de populatie-omvang van vissoorten als Spiering in het IJsselmeer.

Berekeningen door Witteveen+Bos (2009b) suggereerden dat de hoeveelheid Spiering die in 2008 tijdens het schutten wilde binnentrekken ongeveer 0,6% van de bestandsomvang bedroeg, waarbij die bestandsomvang waarschijnlijk is onderschat. De potentiële bijdrage van intrek op de populatieomvang is dus beperkt. Dat geldt zeker zolang die populatieomvang wordt beperkt door een combinatie van visserij en, voor wat betreft de omvang van het winterbestand vooral, voedselbeschikbaarheid en temperatuur.

Wel kunnen vrije in- en uittrekmogelijkheden een ontsnappingsmogelijkheid bieden voor de negatieve effecten van hoge watertemperaturen in de zomer. Seizoensmigratie in bij de spieringpopulatie in de Theems werd op deze manier geïnterpreteerd (Power & Attrill 2007). Aan de andere kant is de Spiering in het meer Peipsi in Estland, waar de afname eveneens door middel van temperatuureffecten wordt verklaard (Kangur et al. 2013) ook vrij om naar de Oostzee te trekken, zij het door een beperkte opening (rivier Narva). Het mogelijk maken van vrije in- en uittrek om effecten van hoge watertemperatuur te ontwijken lijkt daarom aan de Afsluitdijk zeer ingrijpend en kostbaar.

Bijdrage: Beperkt voor spiering-etters, bestand intrekkende vis is van beperkte omvang
Kosten: Beperkt bij aangepast sluisbeheer tot zeer hoog bij aanleg overgangszones (tientallen miljoenen)
Advies: Uitvoeren voor hogere diversiteit. Minder effect op het prooiaanbod voor spieringeters

Maatregel 29: Verminderen uitspoeling Spiering.

Met de afvoer van water via de Afsluitdijk wordt Spiering uitgespoeld, passief of versterkt door trekgedrag. Bij onderzoek aan de afsluitdijk werd berekend dat 10% van de jaarlijkse bruto productie van kleine vis (<15cm; grotere vis spoelt nauwelijks uit) bij het spuien uitspoelt (Witteveen+Bos 2009a). Dit is dus een niet onaanzienlijke verliespost voor de populatie in het IJsselmeer. Er spoelt veel meer vis uit dan er binnentrekt, en een deel van de vis die binnentrekt is wellicht eerst uitgespoeld (en wordt bij de volgende spuibeurt weer uitgespoeld). De verliespost door visserij in het voorjaar (indien geopend) is veel groter dan de 10% door uitspoeling (70-80%; Mous et al. 2000), terwijl het effect van visserij in het najaar nauwelijks meer zichtbaar is in de samenstelling van het bestand. Passieve uitspoeling vindt deels wel plaats in het seizoen waarin de meeste visetende vogelsoorten aanwezig zijn (d.w.z. de wintermaanden).

Zolang de waterafvoer vanuit het IJsselmeer via spui verloopt, is uitspoeling niet structureel te voorkomen. Verkenning van maatregelen richt zich daarom meestal op intrek en terugkeermogelijkheden voor uitgespoelde vis (Programma naar een Rijke Waddenzee 2013).

Bijdrage: Beperkt, verliespost uitspoeling is aanzienlijk (veel groter dan intrek) maar veel kleiner dan van visserij
Kosten: Hoog (tot tientallen miljoenen, zie intrek, maatregel 28)
Advies: Overwegen met motivatie diversiteit en connectiviteit

Maatregel 30: Verbetering vangbaarheid Spiering; versterking zichtgradiënten.

Vangbaarheid van Spiering is, behalve van de dichtheid van de vissen, vooral afhankelijk van doorzicht. Spiering houdt zich vooral op in troebel of diep (donker) water, waar ze moeilijk door predatoren ontdekt kunnen worden. Heldere gebieden, bijvoorbeeld onder invloed van filtratie door mosselen, worden gemeden. Spiering is voor visetende vogels het best te vangen in gebieden met intermediair doorzicht, ongeveer tussen 40 en 80 cm (Beekman & Platteeuw 1994, van Eerden et al. 2005, Voslamber 1991). Het areaal met dergelijke doorzichtwaarden wordt beïnvloed door de waterkwaliteit op zich (algen en slib) en door de inrichting van het gebied in relatie tot stroming en windrichting. De invloed van waterkwaliteit is tot voor kort beperkt geweest, aangezien bij de afname van de voedselrijkdom niet of nauwelijks sprake was van toenemend doorzicht.

Inrichtingsmaatregelen kunnen gradiënten in doorzicht negatief (abrupte overgang van helder naar troebel aan weerszijden van een dam) of positief beïnvloeden (inrichtingselementen met open waterverbinding, afhankelijk van vorm en ligging). Het is daarmee vooral een aspect dat meegewogen moet worden bij het ontwerp van inrichtingselementen ten behoeve van het verminderen van slibconcentraties (maatregelen 11-18), het verbeteren van habitatdiversiteit (maatregelen 33-36) of het aanleggen van broed- en rustgelegenheden voor vogels (37-39). Daarnaast kan worden overwogen bestaande barrières die abrupte overgangen in doorzicht veroorzaken, zoals de Houtribdijk, zodanig aan te passen dat nieuwe gradiënten ontstaan (nieuwe openingen, in samenhang met maatregel 11). Recent (vanaf 2009) worden de bestaande gradiënten in doorzicht sterker dan vroeger (Lammens 1998) beïnvloed door ruimtelijke patronen in dichtheid van de sterk toegenomen Quaggamossele (bij de Vaate & Jansen 2011, bij de Vaate 2012b). Zelfs het open water van het Markermeer was in 2013 gemiddeld veel helderder dan voorheen. Deze ontwikkelingen maken effecten van (andere) maatregelen op helderheid moeilijker te voorspellen (zie Genseberger et al. 2013).

Bijdrage: Mogelijk groot voor viseters in het IJsselmeer

Kosten: Hoog (tot tientallen miljoenen), maar te zien in aansluiting bij aanleg luwtezones (maatregel 11 – 18), eventueel neutraal in combinatie met zandwinning. Zeer hoog (tientallen tot honderden miljoenen) bij opening Houtribdijk

Advies: Zinvol voor viseters, behoud gradiënten voorwaarde bij luwtemaatregelen

Maatregel 31: Verbetering vangbaarheid Spiering; spreiding broedgelegenheid.

Dit betreft vooral de broedvogel onder de geselecteerde viseters, de Visdief. Deze soort foerageert het meest binnen een straal van ca. 10 km van de broedkolonie (o.a. Becker et al. 1993, Burness et al. 1994, Duffy 1986). Bij de huidige concentratie van de populatie op de Kreupel is de soort dus kwetsbaar door afhankelijkheid van het aanbod in een relatief klein deelgebied van het IJsselmeer. Aanhoudend laag broedsucces vanaf 2009 (van der Winden et al. 2013) valt bijvoorbeeld samen met sterke toename vanaf dat jaar van het doorzicht in het voorjaar, in het gebied ten zuiden van de Kreupel.

In het verleden lagen de gebieden met gradiënten in doorzicht min op meer op vaste plaatsen, bijvoorbeeld in het IJsselmeer rondom de voormalige getijdegeulen bij Kreil en Kreupel en in het oostelijke deel van het Markermeer. Door de toenemende effecten van filtratie door Quaggamossele veranderen deze patronen de sinds 2007. Spreiding van broedgelegenheid maakt de populatie flexibeler en beter in staat om te reageren op veranderingen in ruimtelijke patronen van beschikbaarheid van Spiering.

Bijdrage: Voor Visdief groot

Kosten: Hoog (miljoenen tot tientallen miljoenen)

Advies: Combineren met andere inrichtingsmaatregelen

6.2.8 Voedselkwaliteit secundair (vis)

Voor de geselecteerde viseters was Spiering vanouds het stapelvoedsel. De hoeveelheid Spiering is in beide meren sterk afgenomen. Onder voedselkwaliteit wordt hier niet alleen de conditie van Spiering verstaan, maar ook de diversiteit van het aanbod. Spiering mijdt gebieden met helder water en waterplanten, waardoor er een negatieve relatie bestaat tussen de beschikbaarheid van Spiering en de diversiteit van het aanbod. De aard van de na te streven balans tussen deze twee hangt enerzijds af van de sturingsmogelijkheden, anderzijds van de eisen en foerageergebruiken per vogelsoort.

Maatregel 32: Verbetering voedingswaarde Spiering.

De lengte-gewicht ratio van Spiering is op basis van vergelijking van recente gegevens en data uit 1987 niet duidelijk veranderd (Spiering van 15-20 cm; Deerenberg et al. 2013). Dit suggereert dat de groei van deze Spiering niet voedselbeperkt is. Eventuele beperking van groei en gewicht in relatie tot lengte ligt in de beschikbaarheid van kwalitatief goed zoöplankton. Die wordt gestuurd door de kwaliteit (soortsamenstelling) van fytoplankton, en die is nauwelijks stuurbaar (zie paragraaf 4.3). Daarmee is dit geen bruikbare stuurknop.

Bijdrage: Geen
 Kosten: Niet van toepassing
 Advies: **Geen prioriteit**

Maatregel 33: Stimuleren van alternatieve prooisorten via diversiteit: waterplanten.

Er is binnen ANT geen maagonderzoek aan viseters gerapporteerd. Wel is bekend dat de betrokken vogelsoorten niet alleen van Spiering afhankelijk zijn (o.a. Piersma et al. 1997, Platteeuw 1985, Wiersma 1996, van de Ven 2012). Het stimuleren van andere vissoorten als prooi is dus een potentiële stuurknop. Baars en Blankvoorn kunnen, in tegenstelling tot Spiering, positief reageren op de toename van planten (Randmeren; Noordhuis 2010, "Hockeysticks" langs de Houtribdijk; Noordhuis & van Schie 2007). Deze vis trekt zich echter in de winter terug (havens, diepe putten). Daardoor zijn alleen viseters die in zomer en herfst foerageren op deze manier stuurbaar.

Deze vegetaties herbergen diverse gemeenschappen van ongewervelden en vis. De schaal van deze gebieden kan dan worden afgestemd op met name de gewenste betekenis van plantminnende soorten in het visbestand als alternatief voor Spiering. De kans op planten wordt bepaald door de combinatie van diepte en doorzicht, waarbij de grens- en optimale waarden per plantensoort verschillen. Voor een structuurrijke vegetatie met meerdere habitattypen voor ongewervelde dieren en vis is toename van helderheid nodig met gevarieerde diepte (via plaatselijke verondieping).

Bijdrage: Groot voor viseters in zomer en najaar, niet in de winter
 Kosten: Hoog (tientallen miljoenen)
 Advies: **Kansrijk, meewegen met andere motivatie voor habitatontwikkeling via planten (en land-water overgangen)**

Maatregel 34: Stimuleren van alternatieve prooisorten via diversiteit: land-water overgangen.

Verbeteren van land-water overgangen: door de kunstmatige begrenzingen van de meren zijn er weinig ondiepten langs de randen, en waar die er wel zijn verloopt de overgang naar land abrupt vanwege het gefixeerde peil. Zinnige maatregelen ter vergroting van de diversiteit zijn dus het creëren van ondiepten en plas-dras zones (waterriet met open structuur), liefst in combinatie met een natuurlijker peil (hoog en variabel in de winter, uitzakkend in het broedseizoen), of op locaties waar de resterende peildynamiek (op- en afwaaiing) kan worden ingezet (locaties waar grote strijklengtes behouden blijven).

- Bijdrage:** Voor ANT vogels indirect, moeilijk in te schatten
Kosten: Hoog tot zeer hoog (miljoenen tot tientallen miljoenen voor verzachting oevers, honderden miljoenen voor moerasaanleg), maar te bezien als onderdeel van dijkverbetering (Houtribdijk, Oeverdijk) of moerasaanleg (MarkerWadden)
Advies: Meeliften met bredere opzet inrichtingsmaatregelen (TBES, MarkerWadden)
 Zelfstandig niet zinvol

Maatregel 35: Stimuleren van alternatieve prooi-soorten via diversiteit: connectiviteit.

Verbeteren van de connectiviteit: maatregelen ter optimalisering van intrek van vis en crustaceeën voor grotere soortdiversiteit en specifiek ter versterking van de spieringpopulatie. Tevens ten behoeve van herstel van gradiënten van troebel naar helder water. Overlap met maatregelen 11, 28, 33.

- Bijdrage:** Voor ANT benthoseters niet relevant, voor viseters beperkt (zie 28)
Kosten: Als 28: Beperkt bij aangepast sluisbeheer tot zeer hoog bij aanleg overgangszones (tientallen miljoenen)
Advies: Uitvoeren voor hogere diversiteit. Minder effect op het prooiaanbod voor spieringeters

Maatregel 36: Stimuleren van alternatieve prooi-soorten via diversiteit: peilfluctuaties.

Peilbeheer: behalve natuurlijker peil ter verhoging van de kwaliteit van land-water overgangen is uitzakkend zomerpeil gunstig met betrekking tot het voorkomen van stratificatie en zuurstofincidenten (maar mogelijk nadelig gezien de verhoogde algenconcentraties en hogere opwarming van het meer). Meest relevant in combinatie met moerasontwikkeling cq verbetering land-water overgangen (34).

- Bijdrage:** Voor ANT vogels indirect, maar effect moeilijk in te schatten
Kosten: Beperkt (sluisbeheer) tot hoog (aanpassing havens voor hoger peil; zie 17)
Advies: Meeliften met bredere opzet inrichtingsmaatregelen (TBES, MarkerWadden)
 Zelfstandig niet zinvol

6.2.9 Maatregelen met betrekking tot broed- rui- en rustfuncties voor vogels

Diverse vormen van menselijk gebruik zoals ontgroningen (zandwinning, vaargeulonderhoud en diepe putten) en recreatie zijn in potentie oorzaken van neergaande trends in vogelaantallen (denk aan verstoringgevoelige ruiconcentraties) die niet rechtstreeks via voedselbeschikbaarheid werken. Waar dat het geval is zijn deze vormen van menselijk gebruik dus in principe ook efficiënte stuurknoppen. Bij enkele van deze vormen van gebruik, zoals bij het graven van diepe putten voor zandwinning, is ook sprake van positieve effecten. De effectverwachting van deze stuurknoppen is daarom vaak complex, net als bij visserij. Sturing kan plaatsvinden via het reguleren van gebruik via vergunningen en dergelijke, maar soms is een combinatie met stuurknoppen uit een ander cluster zinvol (bijvoorbeeld scheiden natuur en recreatie met betrekking bij inrichtingsmaatregelen). De rol van recreatie met betrekking tot watervogeltrends is slechts in zeer beperkte mate onderzocht binnen ANT. Een voor de hand liggende maatregel is:

Maatregel 37: Verbeteren van broedgelegenheid (Visdief).

De Visdief is de enige ANT soort die als broedvogel in het gebied is aangewezen. De slechte staat van instandhouding is vooral een gevolg van laag broedsucces. Visdieven reageren snel op nieuwe aanbod van broedgelegenheid zolang dat veilig is voor predatoren (eilanden) en zolang de bodem min of meer kaal is (blijvend beheer of hoge peildynamiek noodzakelijk). Hieraan wordt recent op De Kreupel zodanig optimaal voldaan dat bijna de hele populatie hier is gevestigd. Spreiding van broedgelegenheid maakt de populatie flexibeler en beter in staat te reageren op ruimtelijke veranderingen in voedselbeschikbaarheid. Dit kan een aanvullende motivatie zijn voor inrichtingsmaatregelen (26, 33, 34). Met een andere achtergrond is dit min of meer dezelfde maatregel als 31.

Bijdrage: Voor Visdief groot indien in combinatie met verbeteren van voedselbeschikbaarheid

Kosten: Hoog (miljoenen tot tientallen miljoenen, zie 31)

Advies: Meeliften met bredere opzet inrichtingsmaatregelen (TBES, MarkerWadden)

Maatregel 38: Verbeteren van faciliteiten voor ruiconcentraties

Ruimtelijke spreiding van recreatie, met als maatregel het instellen van rustgebieden voor ruiconcentraties (in beheerplan). Daarvoor dienen grote gebieden (tientallen km²) in de periode juli-oktober ontoegankelijk te zijn, rekening houdend met relaties tussen rust- en foerageergebied, dat ('s nachts of in de schemer) zwemmend bereikt moet kunnen worden.

Bijdrage: Groot voor bijvoorbeeld Fuut en Kuifeend

Kosten: Bepert (tienduizenden voor bebording en dergelijke tot tonnen voor onder meer handhaving)

Advies: Meeliften met bredere opzet inrichtingsmaatregelen (TBES, MarkerWadden)

Maatregel 39: Verbeteren van foerageergelegenheid in relatie tot verstoring

Er zijn maatregelen te bedenken zoals ruimtelijke beperking van activiteiten als kitesurfing inclusief differentiatie naar seizoen (sterkere beperking in watervogelseizoen vanaf oktober, in kranswiergebieden vanaf augustus) en het plaatsen van slibschermen bij zandwinningsactiviteiten. In het beheerplan Natura 2000 zijn enkele van dergelijke maatregelen reeds uitgewerkt.

Bijdrage: Mogelijk groot bij enkele vogelsoorten

Kosten: Bepert (tienduizenden voor bebording en dergelijke tot tonnen voor onder meer handhaving)

Advies: Verkennen

6.3 Clustering en prioritering van maatregelen

Bij prioritering van maatregelen zijn de volgende overwegingen van belang:

- Voor de belangrijkste systeemknoppen voedselrijkdom en klimaat bestaan nauwelijks stuurknoppen. Zinvol zijn daarom maatregelen die de gevoeligheid voor deze systeemknoppen verminderen en daardoor het ecosysteem robuuster maken.

- De sleutelsoort Driehoeksmossel herstelt zich niet en is de laatste jaren nagenoeg vervangen door de sterk toenemende Quaggamossel, waarop de vogels niet of zelfs negatief reageren (in aantallen). Minder kieskeurige mosseleeters reageren ondertussen ook op toename van planten en begeleidende macrofauna, die via inrichtingsmaatregelen meer perspectief voor sturing biedt.
- De sleutelsoort Spiering vertoont geen herstel, onderzoek is gaande naar aanleiding van aanwijzingen voor een dominante rol van spieringvisserij als mogelijke oorzaak voor de afname van Spiering. Vooral vliegend foeragerende viseters hebben in toenemende mate last van de plaatselijk grote toename van de helderheid (als gevolg van filtratie door Quaggamosselen).

Het is niet onmogelijk (onwaarschijnlijk) dat de dichtheid van Quaggamosselen in de toekomst weer zal afnemen, waarna enerzijds de voedingswaarde van de overgebleven mosselen kan verbeteren en anderzijds de helderheid van het water waar wat af kan nemen. Vooralsnog moet uit het bovenstaande echter worden afgeleid dat naast maatregelen ten behoeve van herstel van de spieringpopulatie (de andere sleutelsoort, de Driehoeksmossel, speelt vooralsnog geen rol meer) vooral maatregelen zinvol zijn die zijn gericht op grotere habitat- en soortdiversiteit en op stimulering van alternatieve prooien. Daarbij is de uitdaging het grootst bij maatregelen ten behoeve van de viseters, omdat die minder goed zijn te sturen met inrichtingsmaatregelen. Maatregelen die prioriteit verdienen, zijn maatregelen die:

- de spieringpopulatie versterken.
- alternatieven bieden voor Spiering: habitatontwikkeling gericht op andere vissoorten in de vorm van vegetatie met open structuur (fonteinkruiden) en plas-dras habitat met fluctuerend peil. Waarschijnlijk vormen andere vissoorten niet voor alle visetende vogelsoorten een substantieel alternatief, maar ze kunnen wel een bijdrage leveren.
- alternatieven bieden voor mosselen: habitatontwikkeling gericht op waterplanten en land-water overgangen resulteren in een grotere diversiteit aan ongewervelden en toename van prooien als slakken en kleine geleedpotigen.
- de noodzakelijke rustgebieden waarborgen voor andere functies dan voedselvoorziening voor zowel benthos- als visetende vogelsoorten, bijvoorbeeld geïsoleerde broed- en slaapplekken voor sterns en voor ruiconcentraties van Kuifeenden en Futen.

Terwijl het eerste punt versterking betekent van het “oude” systeem, waarin het open water aspect door de kunstmatige indeling van de meren sterk was oververtegenwoordigd, sluiten de andere drie op elkaar aan in versterking van de habitatdiversiteit in de richting van een wat natuurlijker systeem dat door diens grotere diversiteit minder gevoelig is voor druk van bijvoorbeeld afnemende voedselrijkdom, klimaatverandering of recreatie. Omdat ook na vergroting van de habitatdiversiteit nog een aanzienlijk oppervlak open water over zal blijven zijn beide sporen goed met elkaar te combineren.

Bij in totaal 26 van de 39 opties voor maatregelen zijn in de vorige twee paragrafen de adviezen in groen aangegeven. Dit zijn opties waarvan uitvoering of nadere verkenning zinvol wordt geacht. Een aantal daarvan is echter niet zinvol zonder samenhang met andere maatregelen. Clustering levert enerzijds een aantal min of meer onafhankelijke maatregelen op, anderzijds een drietal clusters van inrichtingsmaatregelen.

6.3.1 Individuele maatregelen

De volgende maatregelen zijn als afzonderlijke ingreep uit te voeren en hebben niet primair betrekking op habitatontwikkeling (in vet de maatregelen of onderdelen met de hoogste prioriteit):

- 2. Herverdeling aanvoer P (ten behoeve van productie Markermeer)
- 6. Verminderen P-limitatie (ten behoeve van productie Markermeer)
Spuibeheer Blocq van Kuffeler en Houtribsluizen: € 10-100.000?
- 4. Verbeteren circulatie nutriënten door bodemwoelende vis
- 27. Beperking spieringvisserij (ten behoeve van viseters in de zomer)**
Omzet 1000 ton x 0,50 = € 500.000 per jaar
- 39. Foerageergebied: scheiding natuur en recreatie**
(ook temporeel, bijv restricties kitesurfing)
Kosten beperkt; bebording, handhaving

6.3.2 Clusters van inrichtingsmaatregelen

Hieronder zijn de maatregelen geclusterd die te maken hebben met inrichting ten behoeve van het vergroten van de habitatdiversiteit, of kunnen worden beschouwd als aanvulling daarop. Het betreft twee deelclusters, waarvan de eerste betrekking heeft op verbetering van permanent ondergedoken habitats, de tweede op land-water overgangen en moeras.

Verbetering van connectiviteit:

- 28. Verbetering van intrek van vis via Afsluitdijk (marginaal voor spieringpopulatie)
- 29. Vermindering uitspoeling vis via Afsluitdijk (via terugkeermogelijkheid, timing spui, afwisseling spui en schut, locatie trappen en vismigratierivier; jaarlijks spoelt 10% uit, versus 80% visserij)
Kosten vismigratierivier € 80.000.000, kosten visvriendelijk spuibeheer beperkt
- 35. Alternatief prooiaanbod via connectiviteit (vispassages)
Vooraf zinnig voor Driedoornige Stekelbaars
Kosten ca. € 500.000 per passage (NMIJ)

Versterking van luwtegebieden:

- 10. Optimaliseren gebruik P (hoge diversiteit, inrichting)
- 16. Reductie opwerveling via strijklengte (groot effect)**
- 23. Calorische waarde mosselen verhogen via reductie vlokvorming
- 24. Reduceren duikkosten door verondieping **Zelfstandig niet zinvol**
- 26. Stimuleren van alternatieve prooi-soorten benthivoren**
- 30. Versterken gradiënten in doorzicht (toename areaal intermediair zicht)**
- 33. Alternatief prooiaanbod viseters via habitat voor waterplanten**

Dit cluster betreft feite één maatregel:

Aanleg van luwe zones zoals voorgenomen in TBES

Markermeer: kosten luwtezones € 59.000.000 (NMIJ)

IJsselmeer: 16 en 23 vervallen, kosten vergelijkbaar

Verbetering land-water overgangen:

- 14. Invangen slib in kwelderwerken **Zelfstandig niet zinvol**
- 34. Alternatief prooiaanbod via land-water overgangen **Zelfstandig niet zinvol**
- 36. Alternatief prooiaanbod via peilvariaties (indirect) **Zelfstandig niet zinvol**

14 alleen relevant voor Markermeer. Effecten beperkt bij zelfstandige uitvoer

NMIJ: € 50.000.000 voor oeverdijken

Alleen te realiseren bij grootschalige Moerasaanleg:

- 5. Beter circuleren P (bioturbatie, slibafvoer; verkennen) **Zelfstandig niet zinvol**
- 12. Afvangen slib in putten (lokaal of zeer kostbaar) **Zelfstandig niet zinvol**
- 13. Afvoeren slib door gebruik voor moerasaanleg**
- 17. Reductie opwerveling via diepte (lokaal of onwenselijk) **Zelfstandig niet zinvol**
- 31. Spreiding broedplaatsen (foerageerbereik Visdief)
- 37. Verbetering broedgebied: vanuit ANT/N2000 alleen voor Visdief
- 38. Rust- en ruigebied: scheiding natuur en recreatie**

5, 12, 13 en 17 alleen relevant voor Markermeer.

Marker Wadden: € 250.000.000 tot € 300.000.000.

6.4 Urgentie en prioritering vanuit de opgaven voor vogels

In tabel 6.1 wordt een inschatting gegeven van de uitwerking van alle maatregelen uit paragraaf 6.3 op de verschillende ANT vogelsoorten, in de context van kosten en urgentie. Daaruit wordt duidelijk dat soorten die alleen in de wintermaanden aanwezig zijn, minder goed stuurbaar zijn. Soorten met een relatief hoge urgentie en beperkte stuurbaarheid zijn vooral Topper (vooral in de winter aanwezig) en Zwarte Stern (vooral in de nazomer aanwezig).

Tabel 6.1 *Inschatting van effecten per maatregel op de populatieomvang van de ANT vogelsoorten afzonderlijk. Kosten: 0 = <10.000, 1 = 10.000 - 100.000, 2 = 100.000 – 1 miljoen, 3 = 1 – 10 miljoen, 4 = 10 – 100 miljoen, 5 = > 100 miljoen. Resultaat: 1 = beperkte bedrage, 2 = significante bijdrage, 3 = grote bijdrage, 4 = zeer grote bijdrage. MM/YM = van toepassing op Markermeer, IJsselmeer of beide.*

Nr.	Beoordeling	Kosten	Resultaat	MM/YM	Kuifeend	Tafeleend	Toppereend	Britduiker	Fuut	Grote Zaagbek	Nonnetje	Dwergmeeuw	Visdief	Zwarte Stern
	Lokale urgentie				hoog	laag	matig	laag	matig	matig	matig	hoog	hoog	hoog
	Internationale urgentie				matig	hoog	hoog	laag	laag	laag	laag	laag	laag	hoog
Zelfstandige maatregelen														
2	Herverdeling P	1	1	MM	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
6	Minder P-limitatie algen	0-4	1	MM	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
4	Pcirculatie bodemwoelende vis	2	1	MM/YM	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
27	Minder spieringvisserij	2	2	MM/YM	0	0	0	0	+	0/ +	0/ +	+	++	+
39	Beperking verstoring in tijd	1-2	1	MM/YM	+	+	0	0	+	0	0	0	0	0
Connectiviteit														
28	Meer intrek spiering	2-4	1	YM	0	0	0	0	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
29	Minder uitspoeling spiering	3-4	2	YM	0	0	0	0	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
35	Vispassages	2-4	1	MM/YM	0	0	0	0	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
Luwte-gebieden														
10	Diversiteit voor beter P-gebruik	4-5	1	MM/YM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	Reductie strijklengte	3-4	3	MM	+	+	0	0	+	-	-	0	-	0
23	Reductie vlokvorming	3-4	1	MM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	Verondieping t.b.v. duikkosten	4	1	MM/YM	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0
26	Alternatieven voor mossel	4	4	MM/YM	++	++	+	+	+	0	0	+	+	0
30	Versterking zichtgradiënt	3-5	2	MM/YM	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+
33	Alternatieven voor Spiering	4	2	MM/YM	++	++	+	+	+	0	0	+	+	0
Land-water overgangen														
14	Minder slib via welderwerken	1-3	1	MM	++	++	0	0	+	0	0	+	+	+
34	Diversiteit land-water overgang	3-5	1	MM/YM	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
36	Diversiteit via peilvariatie	1-3	1	MM/YM	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Alleen via grootschalige moerasaanleg:														
5	Meer bioturbatie	0-5	1	MM	+	+	+	+	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
12	Afvoer slib in putten	0-4	1	MM	0	0	0	0	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +	0/ +
13	Afvoer slib in moeras	4-5	1	MM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Verdieping t.b.v. opwerveling	1-3	1	MM	+	+	0	0	+	-	-	0	-	0
31	Spreading broedplaatsen Visdief	3-4	3	MM/YM	+	+	0	0	0	0	0	+	++	++
37	Meer broedplaatsen Visdief	3-4	2	MM/YM	+	+	0	0	0	0	0	+	++	++
38	Beperking verstoring in ruimte	1-2	2	MM/YM	++	++	0	+	++	0	+	0	0	++
Aantal efficiënte maatregelen					13-17	13-17	6-10	7-11	11-20	3-13	4-14	9-18	8-17	8-16

6.5 Synthese maatregelen

Uit het voorgaande blijkt dat lang niet alle maatregelen die kansen bieden ook zelfstandig zinvol zijn. Door combinatie met andere maatregelen kan het volgende pakket worden samengesteld:

Min of meer zelfstandige maatregelen:

- Herverdeling van aangevoerd **fosfor** ten gunste van het Markermeer, via Blocq van Kuffeler en Houtribdijk. No-regret maatregel gezien beperkte kosten, ondersteunt maatregelen ten behoeve van diversiteit en slibreductie. Als zelfstandige maatregel waarschijnlijk beperkt effectief.
- Beperking van **spieringvisserij**, vooral effectief voor Visdief.
- Beperking **verstoring** in het winterseizoen (bijvoorbeeld kitesurfing).

Inrichtingsmaatregelen:

- Verbeteren **connectiviteit**
 - Verbetering intrek en terugkeer van Spiering, beperking uitspoeling, via visvriendelijk spuibeheer aan de Afsluitdijk en nieuwe doorlaatmiddelen (Vismigratierivier). Beperkt effect op ANT vogelsoorten via Spiering gezien overige beperkingen in het IJsselmeer.
 - Vispassages, vooral ten behoeve van Driedoornige Stekelbaars als alternatief voor Spiering.
- Aanleg en inrichting **luwtegebieden**. Gericht op twee dingen:
 - Stimuleren van alternatieven voor mosselen en Spiering via toename van waterplanten. Deze begroeiing dient vooral als habitat voor kleine vis en ongewervelden (de alternatieven). Daartoe dient de begroeiing een gevarieerde ruimtelijke structuur te hebben, die bereikt kan worden via (de aanleg van) gradiënten in diepte en expositie.
 - Beperken van vlokvorming van algen en slib. Te bereiken door verkorten van strijklengte voor minder opwerveling, versterkt via toename van planten. Noodzakelijk voor verbetering van kwaliteit van algen als voedsel voor filteraars als watervlooien en mosselen.
- Verbetering en uitbreiding van **land-water overgangen**. In dit gebied een maatregel met een bredere motivatie dan alleen het bedienen van de Natura 2000 doelen, zelfstandig uitgewerkt in projecten met betrekking tot de Waterlandse dijk en de Houtribdijk, beide aan Markermeerszijde. Ten behoeve van de specifieke opgaven voor de voor ANT geselecteerde vogelsoorten vooral gericht op alternatieven voor mosselen en Spiering als voedsel. Te bereiken via:
 - Aanleg van flauwe taluds rond de waterlijn bij dijkinrichting en -verbetering
 - Aanleg van flauwe taluds rond de waterlijn als onderdeel bij moerasaanleg
 - Natuurlijke peilfluctuaties in combinatie met het voorgaande
- **Moerasaanleg**. Een maatregel met een bredere motivatie dan alleen het bedienen van de Natura 2000 doelen. Moeras is niet het habitat van de voor ANT geselecteerde vogelsoorten. De specifieke opgaven voor deze vogelsoorten kunnen echter bediend worden door middel van details in inrichting en locatiekeuze, in te vullen met aandacht voor de volgende aspecten:

- Stimuleren van alternatieven voor mosselen en Spiering via grootschalige aanleg van functionele land-water overgangen en van luwtes voor toename van waterplanten (zie luwte-gebieden en land-water overgangen).
- Beperken van vlokvorming van algen en slib. Te bereiken door lokale reductie van opwerveling binnen of in de luwte van het moeras of door lokale verdieping.
- Stimuleren van activiteit van bodemfauna. Te bereiken door gebruiken van slib (bijvoorbeeld voor moerasaanleg of verondieping) en daarmee afvoer uit de omgeving.
- Aanleg van broedgelegenheid voor Vissdief als onderdeel van spreiding van de populatie voor grotere flexibiliteit en beter broedsucces.
- Aanleg en bescherming van rust- en ruigebieden, ruimtelijk gescheiden van recreatie. Bijzondere aandacht voor ruiconcentraties van watervogels, waarvoor uitgestrekte gebieden nodig zijn, met daarbinnen zowel rust- als foerageergelegenheid.

7 Doelstellingen per vogelsoort

In dit hoofdstuk worden op basis van het voorgaande per vogelsoort voorstellen gedaan voor realistische, haalbare doelen. Deze doelen worden enerzijds afgezet tegen de situatie in de jaren 80, de periode voordat de aantalsafnames plaatsvonden, en anderzijds tegen de instandhoudingsdoelen. De in dit hoofdstuk beschreven adviezen zijn gebaseerd op de volgende uitkomsten van de ANT-studie:

- De afname van de aantallen benthivore en piscivore watervogels in de jaren 90 is primair veroorzaakt door afname van de voedselrijkdom en de productiviteit van het systeem. Dat betekent dat terugkeer naar de hogere aantallen in de jaren tachtig niet te verwachten is. Een belangrijk fenomeen in de afname van de voedselrijkdom is de geconstateerde verandering van de soortensamenstelling van het fytoplankton (in de richting van minder voedzame soorten). Theoretisch zou daarom een nieuwe verandering in die soortensamenstelling kansen kunnen bieden, maar die samenstelling is nauwelijks stuurbaar.
- Aan de andere kant zijn de vogelaantallen gemiddeld genomen niet veel verder afgenomen na vaststelling van de behoudsdoelen over 1999-2003, zodat lagere dan de huidige doelen slechts bij uitzondering nodig zullen zijn. Uitzonderingen zijn mogelijk de naar boven bijgestelde doelen van viseters in het IJsselmeer.
- De afname is bij een aantal vogelsoorten relatief sterk geweest, enerzijds mede door andere, externe oorzaken, anderzijds door de kunstmatigheid en eenzijdigheid van het ecosysteem, waardoor geen alternatieven voor in beschikbaarheid afnemende prooi-soorten beschikbaar waren. Toename is daarom te verwachten bij deze vogelsoorten bij een grotere diversiteit in het voedselaanbod.

De urgentie van een verhoging van de huidige doelen hangt onder meer af van de nationale en internationale opgave.

7.1 Benthoseters

Bij de benthoseters liggen vooral de aantallen van Kuifeend en Brilduiker structureel onder het doel, die van de Tafeleend liggen in toenemende mate boven het doel. Bij de Brilduiker is geen sprake van internationale afname, en de afname in het Markermeer gaat gepaard met toename in het IJsselmeer. Bij de andere drie benthoseters, Kuifeend, Tafeleend en Topper is wel sprake van internationale afname.

Kuifeend

Onder de benthoseters heeft vooral de Kuifeend maatregelen nodig om het huidige doel te halen. De Kuifeend is jaarrond aanwezig en reageert positief op de toename van waterplanten en daaraan geassocieerde ongewervelden. Uit maagonderzoek blijkt dat de prooikeuze in recente jaren aanzienlijk diverser is dan in de jaren 80. De Kuifeend is dus flexibel genoeg om positief te kunnen reageren op inrichtingsmaatregelen. Daarom is er geen noodzaak de in de instandhoudingsdoelen gevraagde draagkracht te verlagen.

Gezien de internationale afname is dit evenmin wenselijk. Verhoging van de doelen lijkt vooralsnog te ambitieus, omdat herstel van de aantallen tot het niveau van de huidige doelstelling al de nodige inspanning vergt.

Tafeleend

Het aantal Tafeleenden ligt in beide meren in toenemende mate boven de waarde waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd. Het meest recente vijfjarige gemiddelde aantal is in beide meren meer dan twee keer zo hoog. Daarom is verlaging van de gevraagde draagkracht niet aan de orde. Gezien de internationale afname is dit evenmin wenselijk. De Tafeleend is jaarrond aanwezig en reageert van de benthosetters het sterkst positief op de toename van waterplanten en daaraan geassocieerde ongewervelden. Gezien de autonome ontwikkelingen enerzijds en de ongunstige staat van instandhouding op landelijk niveau en de internationale urgentie anderzijds is verhoging van de gevraagde draagkracht te overwegen.

Topper

Het gemiddelde aantal Toppers ligt in beide meren iets boven de waarden waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd. Op basis daarvan is er geen noodzaak de in de instandhoudingsdoelen gevraagde draagkracht te verlagen. Gezien de internationale afname is dit evenmin wenselijk. Omdat de Topper alleen in de wintermaanden aanwezig is, profiteert hij nauwelijks (direct) van de toename van waterplanten en daaraan geassocieerde ongewervelden. Of het doel ook in de toekomst gehaald wordt is moeilijk te voorspellen gezien de huidige lage voedingswaarde van de mosselen. In magen van Toppers zijn echter ook veelvuldig andere prooisorten aangetroffen (met name erwtenmosseltjes en brakwaterhorentjes) en is wel degelijk sprake van toename in oktober, de maand waarin ook kuif- en Tafeleenden de sterkste toename in gebieden met toenemende vegetatie laten zien. Verhoging van het doel op basis van de internationale urgentie is echter riskant vanwege de moeilijke stuurbaarheid van benthos met een goede voedselkwaliteit in de winterperiode. Wel is dit de enige van de ANT soorten met een nationale verbeteropgave.

Brilduiker

Het aantal Brilduikers ligt in het IJsselmeer steeds verder boven (ca. 50%), in het Markermeer steeds verder (eveneens ca. 50%) onder de waarden waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd. Absoluut gezien zijn de "overschotten" in het IJsselmeer groter dan de "tekorten" in het Markermeer, hoewel dit strikt genomen niet goed kan worden vergeleken omdat de aantallen zijn gebaseerd op steekproeftellingen. De Brilduiker is net als de Topper alleen in de wintermaanden aanwezig. Ook in de magen van Brilduikers zijn andere prooisorten dan mosselen aangetroffen. In het IJsselmeer bij Lemmer, waar een opvallende toename van Brilduikers heeft plaatsgevonden, worden veel vlokreeftjes gegeten. Ook de Brilduiker is dus flexibel genoeg om te kunnen reageren op maatregelen. Op basis daarvan is er geen noodzaak de in de instandhoudingsdoelen gevraagde draagkracht te verlagen. Gezien de gunstige nationale staat van instandhouding en de internationale toename is er echter ook geen noodzaak voor verhoging.

7.2 Viseters

Bij alle viseters liggen de gemiddelde aantallen sinds 2003 in ten minste één van de twee meren onder het huidige doel. De nationale staat van instandhouding is bij Grote Zaagbek en Zwarte Stern zeer ongunstig op basis van afnemende aantallen. Van internationale afname is alleen sprake bij de Zwarte Stern. De Visdief is internationaal stabiel, de overige soorten nemen toe.

Fuut

In het IJsselmeer ligt het aantal Futen ver onder de waarde waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd. Ook de waarde van voor de doelverhoging op aanwijzing van de Raad van State wordt gemiddeld gesproken niet gehaald, evenmin als het doelniveau van het Markermeer. De Fuut is niet alleen van Spiering afhankelijk, in de jaren 80 bestond "slechts" 65% van het prooigewicht uit Spiering. De relatie tussen het aantal Futen en de geschatte spieringbiomassa indiceert dat het seizoensgemiddelde aantal zonder Spiering in het IJsselmeer op ongeveer 800 uitkomt (oude doel 1300, huidige doel 2200), in het Markermeer op ten minste 150 (doel 170). In de Randmeren heeft de Fuut positief gereageerd op toename van kleine blankvoorn en baars in de periode van ecologisch herstel (Spiering verdween in dezelfde periode uit deze meren). Op basis daarvan lijkt de Fuut flexibel genoeg om te kunnen reageren op maatregelen. Er is daarom geen reden voor verlaging van de gevraagde draagkracht in het Markermeer. Het huidige doel van draagkracht voor een seizoensgemiddeld aantal van 2200 Futen in het IJsselmeer is echter op korte en middellange termijn niet haalbaar. De oorspronkelijk gevraagde draagkracht voor 1300 Futen lijkt realistischer, een iets hoger ambitieniveau is wellicht mogelijk en wenselijk op basis van de matig ongunstige staat van instandhouding in Nederland. Gezien internationale toename is dit echter minder urgent.

Nonnetje

Gemiddeld gesproken liggen het aantal sinds 2003 in beide meren onder de waarde waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd. In strenge winters is het aantal hoger in verband met dichtvriezen van de Oostzee, waardoor meer Nonnetjes naar Nederland komen. Omdat het aantal dan wel degelijk boven het instandhoudingsdoel ligt, is de gevraagde draagkracht blijkbaar aanwezig, maar wordt die in zachte winters niet volledig benut (er is geen sprake van verhoging van het IJsselmeerdoel op aanwijzing van de Raad van State). Daarom is er geen noodzaak de gevraagde draagkracht te verlagen. In het IJsselmeer is het seizoensgemiddelde aantal ook in recente jaren soms enkele malen hoger dan die in het doel, zodat verhoging van het doel mogelijk is, gezien de blijkbaar aanwezige draagkracht. In het Markermeer komen geen hoge aantallen Nonnetjes meer voor. Op grond van de nationale staat van instandhouding en gezien de internationale toename is doelverhoging niet urgent.

Grote Zaagbek

Gemiddeld gesproken ligt het aantal sinds 2003 alleen in het IJsselmeer onder de doelwaarde die in het aanwijzingsbesluit is genoemd en die op aanwijzing van de Raad van State is verhoogd. In strenge winters is het aantal hoger in verband met dichtvriezen van de Oostzee, waardoor meer Grote Zaagbekken naar Nederland komen. Omdat het aantal dan zelfs boven het verhoogde IJsselmeerdoel ligt, is de gevraagde draagkracht blijkbaar aanwezig, maar wordt die in zachte winters niet volledig benut. Dit verhoogde doel voor het IJsselmeer kan dus worden gehandhaafd. Het doel voor het Markermeer wordt ook in zachte winters gehaald. In dit meer is het aantal in strenge winters recent niet meer zo sterk verhoogd. Enige verhoging van het Markermeerdoel lijkt mogelijk. Handhaving van het verhoogde IJsselmeerdoel dient de landelijke staat van instandhouding echter beter (gezien de veel grote aantallen in dit meer), terwijl gezien de internationale toename op dit niveau geen urgentie bestaat.

Dwergmeeuw

Het gemiddelde aantal Dwergmeeuwen ligt sinds 2003, op basis van de vliegtuigtellingen (die bij deze soort als beperkte steekproef moeten worden beschouwd) onder de waarde waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd.

Dat geldt niet voor het oorspronkelijke behoudsdoel van het IJsselmeer (50), en volgens het meest recente vijfjarige gemiddelde wordt daar ook het op aanwijzing van de Raad van State verhoogde doel bijna gehaald (80/85). Door het nagenoeg afwezige duikvermogen is de Dwergmeeuw niet alleen gevoelig voor veranderingen in voedselaanbod, maar ook voor veranderingen in doorzicht. Daarom is deze soort relatief slecht te sturen. Hij is relatief sterk afhankelijk van Spiering en de relatie tussen het aantal Dwergmeeuwen en spieringbiomassa laat niet veel ruimte voor een hoger aantal in jaren zonder Spiering. Handhaven van de huidige doelen is al redelijk ambitieus zodat verhoging van de doelen niet realistisch is. Internationaal is sprake van toename zodat op dit niveau geen urgentie voor verhoging bestaat.

Visdief

Voor de Visdief geldt een broedvogeldoel in beide meren. Uitgedrukt in aantal paren wordt het doel in het Markermeer sinds 2007 niet meer gehaald. In het IJsselmeer ligt sinds de aanleg van de Kreupel echter het aantal paren aanzienlijk hoger dan het gezamenlijke doel van IJsselmeer en Markermeer. Het werkelijke doel betreft echter de draagkracht voor dit aantal paren, en gezien aanwijzingen voor aanhoudend laag broedsucces op de Kreupel kan niet worden gesteld dat aan dit doel wordt voldaan. Aangezien het aantal paren veel hoger is dan het doel heeft verlaging van dat doel geen zin. De Visdief duikt iets dieper dan Dwergmeeuw en Zwarte Stern maar is nog steeds afhankelijk van de bovenste waterlaag en wordt dus ook beïnvloed door veranderingen in doorzicht. Door de overheersende rol van en binding aan één enkele broedlocatie is de soort kwetsbaar voor veranderingen in doorzichtpatronen en verspreiding van Spiering. Spreiding van broedgelegenheid is daarom een mogelijke stuurknop. Een andere is regulering van de spieringvisserij. Omdat de behoefte aan Spiering in voorjaar en zomer optreedt, is de Visdief de soort die de meest negatieve effecten van de spieringvisserij ondervindt. Totdat verbetering van het broedsucces is opgetreden is verhoging van het doel echter niet zinvol. De nationale staat van instandhouding is matig ongunstig, mede op basis van de huidige situatie in het IJsselmeergebied. De internationale populatie is stabiel, zodat op dit niveau de urgentie voor verhoging van de doelen beperkt is.

Zwarte Stern

Bij deze soort wordt de trend het best weergegeven door de slaapplaatstellingen. Recent betreft dat vrijwel uitsluitend nog de aantallen die op de Kreupel overnachten. Dit aantal ligt sinds 2003 gemiddeld ongeveer 50% onder het doel voor het IJsselmeer, voordat dit doel op aanwijzing van de Raad van State werd verhoogd. Na 1997 werd het aantal uit het verhoogde doel alleen kort na aanleg van de Kreupel, in 2006 en 2008 benaderd. Gezien het min of meer afwezige duikvermogen van de Zwarte Stern is deze soort net als de Dwergmeeuw niet alleen gevoelig voor veranderingen in de omvang van het spieringbestand, maar ook gevoelig voor veranderingen in doorzicht (vangbaarheid van Spiering). Daardoor is de stuurbaarheid beperkt tot maatregelen gericht op Spiering. Het oorspronkelijke doel van draagkracht voor 49700 vogels (seizoensmaximum op de slaapplaatsen) is daarbij al zeer ambitieus. Het verhoogde doel van draagkracht voor 73200 vogels behelst een terugkeer naar de situatie in de jaren 80. Dit is op korte en middellange termijn niet haalbaar. Ondanks de slechte staat van instandhouding op landelijk niveau en de internationale afname wordt daarom voorgesteld terug te vallen op het oorspronkelijke doel. Het doel van het Markermeer is niet gekwantificeerd en in feite minder relevant, en kan dus worden gehandhaafd.

In tabel 7.1 zijn de voorstellen voor handhaving of aanpassing van de instandhoudingsdoelen samengevat.

Tabel 7.1 Samenvatting van landelijke staat van instandhouding en landelijke opgave, internationale trends en de voorstellen voor handhaving of wijziging van de huidige instandhoudingdoelen voor de ANT vogelsoorten.

	Landelijke Svl	Landelijke opgave	Internationale trend	IJsselmeer advies	Markermeer advies
Kuifeend	matig	behoud	afname	handhaven	handhaven
Tafeleend	slecht	behoud	afname	verhogen	verhogen
Topper	slecht	uitbreiding draagkracht	afname	handhaven (verhogen?)	handhaven (verhogen?)
Brilduiker	goed	behoud	toename	handhaven	handhaven
Fuut	matig		toename	verlagen*	handhaven
Nonnetje	matig	behoud	toename	handhaven	handhaven
Grote Zaagbek	slecht	behoud	toename	handhaven	handhaven
Dwergmeeuw	matig	behoud	toename	handhaven	handhaven
Visdief	matig	behoud	stabiel	handhaven	handhaven
Zwarte Stern	slecht	behoud	afname	verlagen*	handhaven

* ten opzichte van de op aanwijzing van de Raad van State verhoogde doelen.

8 Referenties

- Anderson T.R. & D.O. Hessen 2005. Threshold elemental ratios for carbon versus phosphorus limitation in *Daphnia*. *Freshwater Biology* 50: 2063-2075.
- Becker P.H., S. Schuhmann & C. Koepff 1993. Hatching failure in common terns (*Sterna-hirundo*) in relation to environmental chemicals. *Environmental Pollution* 79(3): 207-213.
- Beekman J.H. & M. Platteeuw 1994. Het Nonnetje *Mergus albellus* in het IJsselmeergebied. Intern rapport 37 Lio. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.
- Birdlife International 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: Birdlife International, Birdlife Conservations Series no. 12.
- Boderie P., A.J. Smale & C. Thiange 2012. Validation suspended sediment model Markermeer & Application to silt screen. Deltares report 1201198, Delft, The Netherlands
- Boderie P., M. van der Wal, T. van Kessel & M. Genseberger 2010. Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam-Lelystad. Deltares. 1202714-000.
- Boers P., L. van Ballegooijen & J. Uunk 1991. Changes in phosphorus cycling in a shallow lake due to food web manipulations. *Freshwater Biol.* 25: 9-20.
- Burness G.P., R.D. Morris & J.P. Bruce 1994. Seasonal and annual variation in brood attendance, prey type delivered to chicks, and foraging patterns of male common terns (*Sterna-hirundo*). *Canadian Journal of Zoology* 72(7): 1243-1251.
- Cadée G.C. 2001. Sediment dynamics by Bioturbating Organisms. *Ecological Comparisons of Sedimentary Shores. Ecological Studies* 151: 127-148.
- Deerenberg C., M.J.C. Rozemeijer, K.E. van de Wolfshaar & S. van Rijn 2013. Onderbouwing wetenschappelijk advies herijking en harmonisatie spieringprotocol – benodigde kennis, beschikbare kennis en kennislacunes. Rapport Imares, IJmuiden.
- Duffy D.C. 1986. Foraging at patches: interactions between common and roseate terns. *Ornis Scandinavica* 17: 47-52.
- van Duin E.H.S. 1992. Sediment transport, light and algal growth in the Markermeer. A two-dimensional water quality model for a shallow lake. Dissertation Univ. Wageningen.
- Doornbos G. 1979. Winter food habits of Smew (*Mergus albellus* L.) on lake Yssel, The Netherlands: species and size selection in relation to fish stocks. *Ardea* 67: 42-48.
- van Eerden M.R. 2001. Watervogels in het IJsselmeergebied: de top van een wankelende piramide. *De Levende Natuur* 102: 216-221.
- van Eerden M.R., S.H.M. van Rijn & M. Roos 2005. Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. Rijkswaterstaat, RIZA rapport 2005.014, Lelystad.

van Eerden, M.R. & A. bij de Vaate 1984. Natuurwaarden van het IJsselmeergebied. Flevobericht 242. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

van Eerden, M.R. & M. Zijlstra 1986. Natuurwaarden van het IJsselmeergebied. Prognose van enige natuurwaarden in het IJsselmeergebied bij aanleg van de Markerwaard. Flevobericht 273, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

van Geest G. & R. Noordhuis 2013. Sturen op watervegetaties in het IJsselmeergebied. Deltares, Utrecht.

Genseberger M., J. Pennekamp & S. Groot 2011. Verbetering Penning E, Genseberger M, Uittenbogaard R, Geest G. (2009) Aanvullingen Besluit-MER Loosdrechtse plassen. Deltares. Q4700 (werkdocument), Delft.

Genseberger M., C. Thiange & R. Noordhuis 2013. Luwtemaatregelen Hoornsche Hop. Bijdrage Deltares aan MIRT verkenning Hoornsche Hop. Waterbeweging, slib en ecologie. Deltares, Delft.

Griffiths D. 2006. The direct contribution of fish to lake phosphorus cycles. Ecology of Freshwater Fish 15: 86-95.

Ibelings B.W. 1990. Algenbloei in het IJsselmeer. Rapport Laboratorium voor Microbiologie Universiteit Amsterdam.

Jeppesen E., T. Mehner, I.J. Winfield, K. Kangur, J. Sarvala, D. Gerdeaux, M. Rask, H.J. Malmquist, K. Holmgren, P. Volta, S. Romo, R. Eckman, A. Sandström, S. Blanco, A. Kangur, H. Ragnarsson Stabo, M. Tarvainen, A.M. Ventelä, M. Søndergaard, T.L. Lauridsen & M. Meerhoff 2012. Impacts of climate warming on the long-term dynamics of key fish species in 24 European lakes. Hydrobiologia 694: 1-39.

Kangur K., P. Kangur, K. Ginter, K. Orru, M. Haldna, T. Möls & A. Kangur 2013. Long-term effects of extreme weather events and eutrophication on the fish community of shallow lake Peipsi (Estonia/Russia). J. Limnology 72(2): 376-387.

van Kessel T., G.J. de Boer & P.M.A. Boderie 2009. Calibration suspended sediment model Markermeer. Deltares report Q4612, Delft, The Netherlands.

van Kesteren W. 2008. Geschiktheid zand onder Loosdrechtse Plassen voor bezanden waterbodem. Deltares, Delft.

Lammens E.H.H.R. 1998. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Trends, gradiënten en stuurbaarheid. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, rapport 98.003, Lelystad

de Leeuw J.J. 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land 61. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad, en dissertatie Univ. Groningen.

de Leeuw J.J. & M.R. van Eerden 1995. Duikeenden in het IJsselmeergebied. Herkomst, populatie-structuur, biometrie, rui, conditie en voedselkeuze. Flevobericht 373, RWS Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

de Lucas Pardo M. A., M. Bakker, T. van Kessel, F. Cozzoli & J. C. Winterwerp 2013. Erodibility of soft freshwater sediments in Markermeer: the role of bioturbation by meiobenthic fauna. *Ocean Dynamics* 63/ 9-10, pp 1137-1150. Topical Collection on the 11th International Conference on Cohesive Sediment Transport.

de Lucas Pardo M. A., D. Sarpe & J.C. Winterwerp in prep. Effect of blue-green algae on the flocculation of suspended sediments in a shallow lake. Consequences for ecology and sediments transport processes. To be submitted to *Ocean Dynamics*.

Maclsaac, H. J., W.G. Sprules & J.H. Leach 1991. Ingestion of small-bodied zooplankton by zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): can cannibalism on larvae influence population dynamics? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(11): 2051-2060.

Mandemakers J. 2013. The impact of suspended sediments and phosphorous scarcity on zebra mussel and Quagga mussel growth. Master's thesis Utrecht University / NIOO-KNAW Wageningen.

Meijer M.-L. 2000. Biomanipulation in the Netherlands. 15 years of experience. Proefschrift Wageningen Universiteit.

Ministerie van LNV 2006. Natura 2000 doelendocument. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

Mous, P.J. 2000. Interactions between fisheries and birds in IJsselmeer, The Netherlands. Proefschrift, Wageningen Universiteit.

Noordhuis R. 2009. Tweekleppigen in IJsselmeer en Markermeer, 2006-2008. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Noordhuis R. (red.) 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rapport Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad.

Noordhuis R., M.R. van Eerden & A. bij de Vaate 2009. Crash of zebra mussel, transparency and water bird populations in Lake Markermeer. In: G. van der Velde, S. Rajagopal & A. bij de Vaate (eds), *The Zebra Mussel in Europe*. Backhuys Publishers, Leiden/Margraf Publishers, Weikersheim. pp. 291-304.

Noordhuis R. & E.J. Houwing 2003. Afname van Driehoeksmosselen in het Markermeer. Oorzaken en gevolgen van een vermoedelijke "crash" met betrekking tot waterkwaliteit, slibhuishouding en natuurwaarden. RIZA rapport 2003.016, Lelystad.

Noordhuis R., D.T. van der Molen & M.S. van den Berg 2002. Response of herbivorous waterbirds to the return of *Chara* in Lake Veluwemeer, The Netherlands. *Aquatic Botany* 72: 349-367.

Noordhuis R. & J. van Schie 2001. Conditie van Driehoeksmosselen in het IJsselmeergebied in 2001. RIZA rapport 2001.188X, Lelystad.

Noordhuis R. & J. van Schie 2007. Vooroevers Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006. Inventarisatie van waterplanten, watervogels, driehoeksmosselen, fysische en chemische parameters. RIZA rapport 2007.006, Lelystad.

Penning E., M. Genseberger, R. Uittenbogaard & G. van Geest 2009. Aanvullingen Besluit-MER Loosrechtse Plassen. Deltares, Delft.

Piersma T., P. Wiersma & M.R. van Eerden 1997. Seasonal changes in the diet of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* indicate the constraints on prey choice by solitary pursuit-diving fish-eaters. In: M.R. van Eerden (ed.) Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65: 351-376. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Platteeuw M. 1985. Voedseloecologie van de Grote (*Mergus merganser*) en de Middelste Zaagbek (*Mergus serrator*) in het IJsselmeergebied 1979/1980 en 1980/1981. RIJP rapport 1985-48 Abw. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

Platteeuw M. 2011. Draagkracht benodigd voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000 in IJsselmeer en Markermeer voor watervogelsoorten met een autonome neergaande trend. Notitie Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad.

Platteeuw M., M.R. van Eerden & J.H. Beekman 1997. Social fishing in wintering Smew *Mergus albellus* enhances prey attainability in turbid waters. In: M.R. van Eerden (ed.) Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65: 377-400. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Platteeuw M., R. Noordhuis, S. van Rijn & M.R. van Eerden 2005. Trends in ruimte en tijd: watervogels in het IJsselmeer. Naar instandhoudingsdoelen. Rijkswaterstaat, RIZA werkdocument 2005.129X, Lelystad.

Power M. & M.J. Attrill 2007. Temperature-dependent temporal variation in the size and growth of Thames estuary smelt *Osmerus eperlanus*. Marine Ecology Progress Series 330: 213-222.

Programma naar een Rijke Waddenzee 2013. Vismigratierivier Afsluitdijk. Haalbaarheid en projectplan. Consortium Linkit Consult, Wanningen Water Consult, Deltares, DLG, WUR, Grontmij en Fresco.

van Rijn S., M. Bovenberg, K. Hasenaar, M. Roos & M.R. van Eerden 2012. Voedsel van overwinterende duikeenden in het IJsselmeergebied. Rapport Delta Milieu, Culemborg.

van Rijn, S.H.M. & M.R. van Eerden 2002. Aalscholvers in het IJsselmeergebied: concurrent of graadmeter? Vogels, vissen en visserij in duurzaam evenwicht. RIZA rapport 2001.058. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

van Roomen M., M. Hornman, S. Flink, T. Langdoen, E. van Winden, S. Szabolcs Naby & C. van Turnhout 2012. Flyway-trends for waterbird species important in lakes IJsselmeer and Markermeer. Sovon Vogelonderzoek Nederland, rapport 2012/22, Nijmegen.

Sarpe D., L.N. de Senerpont Domis, S.A.J. Declerck, E. van Donk & B. I belings in prep. On the consequences of re-oligotrophication of a large shallow lake for life history of *Daphnia*. Submitted to Inland Waters.

Schouten C. 1982a. Het IJsselmeergebied als ruiplaats voor de Zwarte Stern *Chlidonias niger*; een onderzoek naar de conditie, rui en doortrek van de Zwarte Stern in het IJsselmeergebied. RIJP-rapport 33Abw. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

Schouten C. 1982b. Voorkomen en doortrek van de Zwarte Stern *Chlidonias niger* in het IJsselmeergebied. *Limosa* 55: 56-58.

Slim F.J. 1989. Filtratiesnelheid en voedselselectie bij *Dreissena polymorpha*. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, werkdocument 1989-3liw, Lelystad.

Tulp I., M. Keller, J. Navez, H.V. Winter, M. de Graaf & W. Baeyens 2013. Connectivity between migrating and landlocked populations of a diadromous fish species investigated using otolith microchemistry. *PlosOne* 8: 7.

Uittenbogaard R., E. Penning & M. van der Vat 2008. Bijdrage MER - Verdiepingen Loosdrechtse Plassen. WL Delft Hydraulics. Q4461.04. waterkwaliteit Loosdrecht. Deltares, Delft

bij de Vaate A. 1991 Distribution and aspects of population dynamics of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), in the lake IJsselmeer area (The Netherlands). *Oecologia* 86: 40-50.

bij de Vaate, A., 2006. De quaggamossel, *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897), een nieuwe zoetwater mosselsoort voor Nederland. *Spirula* 353: 143-144.

bij de Vaate A. 2012a. Driehoeks- en Quaggamosselen in Marker- en IJsselmeer: resultaten van onderzoek uitgevoerd in de periode juni 2009 t/m juni 2012. Hydrologisch Adviesbureau Waterfauna, rapport 2012/02, Lelystad.

bij de Vaate A 2012b. De dichtheid van Driehoeks- en Quaggamosselen in het IJsselmeer: resultaten van een gebiedsdekkende kartering uitgevoerd in 2012. Hydrologisch Adviesbureau Waterfauna, rapport 2012/03, Lelystad.

bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2011. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het Markermeer: resultaten van de kartering uitgevoerd in 2011. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2011/03.

van de Ven P. 2011. Our Common Tern in IJsselmeer. MSc Thesis Wageningen Universiteit.

Vijverberg T. & P. Boderie 2008. Analyse scenarioberekeningen Markermeer. Deltares, Delft.

Voslamber B. 1991. Meeuwen in het IJsselmeergebied. Voedseloecologie van zeven op het meer voorkomende soorten. Intern rapport 9 Liw. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.

Wacker A. 2010. Careless youth? Food in the early life-stages of zebra mussels. In: G. van der Velde, S. Rajagopal & A. bij de Vaate (eds), *The Zebra Mussel in Europe*. Backhuys Publishers, Leiden/Margraf Publishers, Weikersheim. p. 145-151.

Wiersma P. 1996. Dieet en conditie van overwinterend Middelste en Grote Zaagbekken in het IJsselmeergebied, 1979-1987. RIZA werkdocument 96.086X, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

van der Winden J., S. Dirksen & M.J.M. Poot 2009. Laag broedsucces visdieven op de Kreupel in 2009. Voedseltekort in de grootste kolonie van West-Europa. Bureau Waardenburg bv, rapport nr. 09-202, Culemborg

van der Winden J., S. Dirksen, A. Gyimesi & M.J.M. Poot 2013. Broedsucces en voedsel van Visdieven op de Kreupel 2011-2012. Voortgangsrapport met overzicht van 2009-2012. Bureau Waardenburg bv, rapport nr. 12-217, Culemborg.

van der Winden J. & O. Klaassen 2008. Totaal aantallen sterns in het IJsselmeergebied in heden en verleden aan de hand van slaapplaatstellingen. Bureau Waardenbrug bv, rapport nr. 08-047, Culemborg en SOVON Onderzoeksrapport 2008/04, Nijmegen.

ten Winkel E. 1982. Food selection by *Dreissena polymorpha* Pallas (Mollusca, Bivalvia). *Freshwater Biology* (1982) 553-558.

Witteveen+Bos 2009a. Metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk. Witteveen+Bos rapport RW1696-1, i.s.m. VisAdvies, Manshanden, Atkb en RWS Waterdienst en Directie IJsselmeergebied, Deventer.

Witteveen+Bos 2009b. Metingen aan visintrek bij de uitvoering van schuttingen met de spuisluizen te Kornwerderzand. Witteveen+Bos rapport RW1696-2, i.s.m. RWS Waterdienst, Deventer.

Witteveen+Bos 2010. Metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk. Oplegnotitie najaar 2009. Witteveen+Bos rapport RW1696-1, i.s.m. VisAdvies, Manshanden, Atkb en RWS Waterdienst en Directie IJsselmeergebied, Deventer.

van Zuidam B.G. & E.T.H.M. Peeters in prep. a. Frequent resuspension hampers establishment of *Chara* vegetation in large shallow lakes.

van Zuidam B.G. & E.T.H.M. Peeters in prep. b. The effect of wave exposure on the stability of submerged vegetation in lakes.

van Zuidam B.G., G.J. van Geest & E.T.H.M. Peeters in prep. A model to predict the effects of morphological measures in large shallow lakes.