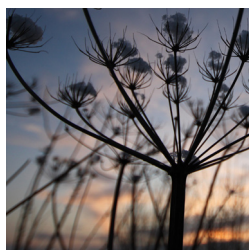




## Luwtestructuren, de essentie van het TBES

### Naar een stapsgewijze realisatie van doelen







## Luwtestructuren, de essentie van het TBES

## Naar een stapsgewijze realisatie van doelen

referentie	projectcode	status
LLS594-1/posm/007	LLS594-1	eindconcept
projectleider	projectdirecteur	datum
drs. M. Klinge	ir. P. de Jong	12 juli 2012

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M. Klinge	



<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>blz.</b>
<b>SAMENVATTING</b>	
<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1. Toekomst bestendig ecologisch systeem (TBES)	1
1.2. RRAAM, WMIJ en het PRA	1
1.3. Markttuitvraag en doel van dit rapport	2
1.4. Uitvoerend consortium	3
<b>2. ONZE VISIE OP (DE DOELEN VOOR) HET TBES</b>	<b>5</b>
<b>3. DOELEN, RECENTE ONTWIKKELINGEN EN TE VOLGEN STRATEGIE</b>	<b>7</b>
3.1. Instandhoudingsdoelen Markermeer-IJmeer	7
3.2. Enkele (recente) ontwikkelingen in het Markermeer-IJmeer	8
3.3. Samenstelling van slib en waterbodem	10
3.4. De te volgen strategie	11
<b>4. MAATREGELEN VOOR EEN TOEKOMSTBESTENDIG ECOLOGISCH SYSTEEM</b>	<b>13</b>
4.1. Beschrijving watervogeldichtheden referentiegebieden	13
4.2. Maatregelen	13
4.2.1. Luwtestructuren in combinatie met verondieping	13
4.2.2. Overige maatregelen	17
4.3. Kwantificering effecten op instandhoudingsdoelen	18
4.4. Effecten op het landschap	20
4.5. Effecten op recreatie	24
4.6. Kosten	25
laatste bladzijde	<b>26</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>aantal blz.</b>
I Ontwikkeling van een poldermoeras	8



## SAMENVATTING

De overheid streeft naar een toekomst bestendig ecologisch systeem (TBES) in het Markermeer-IJmeer. Dit systeem moet voldoende veerkracht hebben om negatieve effecten op te vangen van toekomstige ontwikkelingen zoals klimaatverandering, bevolkingsgroei en/of economische groei en is de basis van de juridische strategie die ruimtelijke ontwikkelingen binnen het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer mogelijk moet maken. Aanvankelijk waren de kosten voor een TBES in Markermeer-IJmeer geraamd op EUR 1 miljard. Na een optimalisatiestudie heeft de WMIJ (Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer) geconcludeerd dat een kostenbesparing van EUR 350 miljoen haalbaar is, waardoor de kosten worden teruggebracht naar EUR 631 miljoen. Vervolgens is door de minister van I&M besloten de creativiteit van de private sector te benutten door via een marktuitvraag te inventariseren of verdere kostenbesparing mogelijk is. De resultaten kunnen worden meegenomen in de besluitvorming naar de ontwerp-Rijksstructuurvisie RRAAM (Rijk- en Regioprogramma Amsterdam Almere Markermeer) eind 2012. Dit rapport is het product van één van de drie consortia die in het kader van de marktuitvraag gevraagd zijn hun ideeën uit te werken.

Het TBES is ontworpen om de doelstellingen voor Natura 2000, EHS en Kaderrichtlijn Water te realiseren met voldoende veerkracht om negatieve effecten van toekomstige ontwikkelingen op te vangen. Dit robuuste ecologische systeem moet ervoor zorgen dat alle doelen gehaald worden, maar moet in elk geval een oplossing bieden voor die doelen waar het nu slecht mee gaat. Met name de Natura 2000-doelen waar het slecht mee gaat wegen daarbij (juridisch) bijzonder zwaar. In het Markermeer gaat het momenteel niet goed met de doelen voor mosseletende en visetende watervogels.

Centraal element in het huidige TBES is de realisatie van een grootschalig moeras van 4500 hectare. Hoewel dit moeras op zichzelf grote ecologische waarde kan hebben, kennen wij bij het zoeken naar besparingsmogelijkheden (onze opdracht) aan de realisatie van een grootschalig moeras geen topprioriteit toe. Het grootschalig moeras is duur (circa 85 % van de totale kosten zijn voor het moeras bestemd) en draagt slechts in beperkte mate bij aan de Natura 2000 doelen voor mosseletende en visetende watervogels, terwijl dit juist de doelen zijn die (juridisch) bijzonder zwaar wegen. Daarbij achten wij het ecologisch rendement voor het watersysteem en de visstand op de schaal van het Markermeer gering. Hiervoor is intensieve uitwisseling noodzakelijk, maar de drijvende kracht voor deze uitwisseling - een peilbeheer waarbij oevers en moeras grootschalig droogvallen en vis gedwongen wordt naar het open water te trekken - ontbreekt. Daarnaast zijn er onzekerheden of de kleibodem van het moeras qua bodemstructuur en -kwaliteit geschikt zal zijn voor kwalitatief goede moerasontwikkeling. Een grootschalig moeras maakt geen onderdeel uit van 'ons' TBES. Indien alsnog wordt besloten tot moerasontwikkeling over te gaan, doen wij separaat een voorstel voor de ontwikkeling van een alternatief moeras, een 'poldermoeras', waarmee aan enkele inhoudelijke onzekerheden van het huidige moerasontwerp tegemoet wordt gekomen.

Recent is in het Markermeer het mosselbestand sterk toegenomen. Daarnaast is sinds enige jaren sprake van voorzichtige waterplantenontwikkeling langs de Noordhollandse kust. Deze ontwikkelingen doen zich voor zonder dat hiervoor specifieke maatregelen zijn getroffen. Ze zijn dan ook niet direct verwacht, maar passen wel bij de nog instabiele ontwikkeling van een relatief jong ecosysteem als het Markermeer. Waarschijnlijk is de waargenomen ontwikkeling kwetsbaar. Maatregelen zouden zich er op moeten richten dergelijke ontwikkelingen te versterken en te stabiliseren. Tegelijkertijd wordt nog onderzoek gedaan naar de oorzaken van de achteruitgang van ecologische waarden, waardoor de benodigde maatregelen niet met grote zekerheid kunnen worden onderbouwd.

Naar ons idee past in deze situatie een strategie die is opgebouwd uit de volgende 2 sporen:

1. begin met maatregelen op relatief kleine schaal, en schaal de maatregelen op die succesvol zijn (learning by doing), het TBES als groeimodel. Dit is een beproefde strategie, die door Rijkswaterstaat in het verleden ook is toegepast voor bijvoorbeeld de grote inpolderingen en de Deltawerken, en nu ook weer wordt toegepast bij bijvoorbeeld het oermoeras in het Markermeer (de geplande Pilot Oermoeras);
2. leer van systemen waar het wel goed gaat, dus waar wel voldoende draagkracht is voor de soorten die ook in het Markermeer worden nagestreefd. Deze ecosystemen met vergelijkbare soorten zijn dichtbij huis te vinden: de randmeren en de Gouwzee, waarvan de laatste onderdeel is van het Markermeer zelf.

Om in het Markermeer een randmeer- of Gouwzee-achtig milieu te creëren worden één of meerdere luwtestructuren gefaseerd aangelegd. De aanleg van deze luwtestructuren wordt al dan niet gecombineerd met verondieping. De beoogde luwtestructuren kunnen het beste worden aangelegd in die delen van het Markermeer die 2-4 meter diep zijn. In eerste instantie zal een luwtestructuur worden aangelegd zonder dat er verondieping plaatsvindt in het 2-4 meter diepe water. Wij stellen voor te starten met een luwtestructuur die een gebied insluit met de omvang van de huidige Gouwzee (circa 1.850 hectare). In deze fase wordt een aantal processen nauwlettend gevolgd. Wanneer er teveel slibinvang plaatsvindt, zullen aanvullende maatregelen worden genomen. Door zand te winnen op een strategische locatie nabij de luwtestructuur kan de instroom van slib sterk worden beperkt en kan met de bodem verondieping worden gerealiseerd. Wanneer de slibinvang beperkt blijft, is de ontwikkeling van waterplanten en mosselen sturend voor eventuele vervolgmaatregelen. Indien alleen de verondiepte delen bij de luwtestructuren worden gekoloniseerd, is waarschijnlijk verondieping van de luwtestructuur nodig. Dit kan met klei of met zand, al naar gelang de ontwikkeling in de met klei respectievelijk zand verondiepte delen. Zodra er voldoende ervaring is opgedaan met luwte en eventueel aanvullende verondieping en bezanding, kan het oppervlak aan luwtestructuren worden uitgebreid totdat de draagkracht voor de instandhoudingsdoelen ruim is bereikt. Op basis van de vogeldichtheden in de Gouwzee en randmeren verwachten wij dat dit in elk geval kan worden bereikt bij een maximale omvang van tweemaal de huidige Gouwzee. Afhankelijk van de ontwikkelingen zijn de maatregelen mogelijk (fors) minder omvangrijk. De gefaseerde aanpak maakt het mogelijk de uit te voeren maatregelen op de ontwikkeling en de opgedane kennis aan te passen.

Naast de realisatie van luwtestructuren in combinatie met verondieping adviseren wij de dijkversterking langs de Noordhollandse kust uit te voeren in combinatie met een oeverdijk in het water, waardoor de dijkversterking van de dijk zelf beperkt kan blijven. Deze maatregel kan vanuit de dijkversterking worden gefinancierd. Wij bevelen daarbij aan een optimalisatiestudie uit te voeren naar de afstand van de oeverdijk tot de kust, waarbij het vanuit ecologie wenselijk is de oeverdijk op grotere afstand van de dijk te leggen, zodat een relatief groot oppervlak aan ondiepe luwte ontstaat. Tenslotte bevelen wij aan middelen uit het TBES te reserveren voor reductie van de visserij met staande netten op het Markermeer. Direct (door vermindering van bijvangst van watervogels in de netten) en indirect (via de visstand) heeft deze visserij invloed op de watervogels met Natura 2000-doelen. Investeren in een reductie van deze visserij kan worden gezien als een (waarschijnlijk ook kosteneffectieve) natuurmaatregel.

De totale kosten voor ons TBES hangen af van het aantal luwtestructuren dat nodig zal blijken te zijn en variëren tussen 311 miljoen euro (één luwtestructuur met verondieping nodig) en 599 miljoen (3 luwtestructuren met verondieping nodig). De besparing ten opzichte van het PRA varieert daarmee van minimaal 32 miljoen euro tot maximaal 320 miljoen euro.



## **1. INLEIDING**

### **1.1. Toekomst bestendig ecologisch systeem (TBES)**

Het Markermeer en het IJmeer zijn samen in december 2009 aangewezen als Natura 2000 gebied. Dit betekent dat de in het Aanwijzingsbesluit beschreven natuurwaarden zijn beschermd door het regime van de Natuurbeschermingswet. Ecologisch is de kwaliteit van het Markermeer-IJmeer de laatste decennia fors achteruit gegaan. Uit telgegevens blijkt onder meer dat er in de jaren negentig een dramatische terugval is opgetreden in aantallen vogels. De verklaring voor deze achteruitgang van de natuurkwaliteit in het Markermeer-IJmeer wordt gezocht in een aantal samenhangende factoren. Binnen het onderzoeksprogramma Autonoom Neergaande Trend (ANT) wordt hiernaar in de periode 2009-2015 nader wetenschappelijk onderzoek gedaan.

Om op de middellange termijn (circa 10 jaar) de negatieve trend van de natuurontwikkeling in het Markermeer-IJmeer om te buigen en op de lange termijn (2040) een ecologisch systeem te bereiken dat voldoende veerkracht heeft om negatieve effecten op te vangen van toekomstige ontwikkelingen zoals klimaatverandering, bevolkingsgroei en/of economische groei, streeft de overheid naar een toekomst bestendig ecologisch systeem (TBES) in het Markermeer-IJmeer.

Zoals aangegeven in het Optimalisatie rapport WMIJ (zie verder) en de RAAM-brief is het TBES de basis van de juridische strategie die ruimtelijke ontwikkelingen binnen het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer mogelijk moet maken. Deze strategie is gericht op het versterken van het ecologisch systeem op een dusdanige wijze dat de natuur voldoende veerkracht en draagkracht heeft om de eventuele negatieve effecten van de ruimtelijke ontwikkelingen op te kunnen vangen.

### **1.2. RRAAM, WMIJ en het PRA**

Rijk en regio werken in RRAAM (Rijk- en Regioprogramma Amsterdam Almere Markermeer) samen om de uitdagende ruimtelijke orderingsopdracht op het gebied van wonen, bereikbaarheid en natuur in de Noordelijke Randstad te verwezenlijken. RRAAM bereidt momenteel een Rijksstructuurvisie voor het gebied voor, waarover naar verwachting in december 2012 besluitvorming plaats zal vinden. Aanvankelijk waren de kosten voor een TBES in Markermeer-IJmeer geraamd op EUR 1 miljard. RRAAM heeft bij de WMIJ (Werkmaatschappij Markermeer - IJmeer) de vraag neergelegd of dit goedkoper kan. Met haar recentelijk uitgebrachte Optimalisatie rapport heeft de WMIJ uitvoering gegeven aan haar opdracht, daar waar deze het Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer betreft. De WMIJ concludeert dat een kostenbesparing van EUR 350 miljoen haalbaar is. Dat is circa 42 % op het indicatieve eindbeeld. De optimalisatie brengt de geraamde kosten voor een totaalpakket terug van ruim EUR 1 miljard naar EUR 631 miljoen (prijspeil 2011, inclusief BTW) (tabel 1.1). Bij een uitvoeringstermijn van 40 jaar betekent dat een jaarlijkse investering van circa EUR 15 miljoen. Het optimalisatie rapport van de WMIJ kan beschouwd worden als het Publiek Referentie Alternatief (PRA).

**Tabel 1.1. Maatregelen en kosten van het Publiek Referentie Alternatief (PRA) (links) ten opzichte van het TBES in 2008 (rechts). Bron: Optimalisatierapport WMIJ**

Geoptimaliseerd (2011)			Basis (2008)	
Totaal (prijspeil 2011, € mln)			<b>631</b>	<b>1080</b>
maatregel	omvang	€ mln	omvang	€ mln
<i>Grootschalig moeras</i>	ca. 4500 ha	518	ca. 4500	555
<i>Luwtemaatregelen</i>	geen strekdam	0	2x3 km strekdam	6
	12 km golfbrekers	17	16 km golfbrekers	21
<i>Diepe putten</i>	geen extra putten	0	7 putten	125
<i>Vooroever</i>	300 ha	60	1000 ha	188
<i>Lepelaarplassen</i>				
<i>Binnendijkse natuur</i>	geen extra ha	0	1000 ha extra	94
<i>Vispassages</i>	KRW	1	KRW	1
<i>Recreatief medegebruik</i>	vaardoelen/stranden	23	vaardoelen/stranden	23
<i>Monitoring en onvoorzien</i>	systematisch	12	geen	0
Totaal (prijspeil 2008)			<b>583</b>	<b>1013</b>
Prijscorrectie 2008-2011	6,6% over kosten	±48		±67
Uitvoeringstermijn ca. 40 jaar = € 15 miljoen per jaar				

### 1.3. Markttuitvraag en doel van dit rapport

In het Algemeen Overleg RRAAM d.d. 21 december 2011 is door de Tweede Kamer met de minister van I&M gesproken over het TBES en het Optimalisatierapport. De Tweede Kamer heeft de minister van I&M verzocht om een open markttuitvraag te doen voor de natuurontwikkelingsplannen zoals beoogd in de RRAAM-ambitie. De Tweede Kamer wil op deze manier de creativiteit van de private sector optimaal benutten. De resultaten kunnen worden meegenomen in de besluitvorming naar de ontwerp-Rijksstructuurvisie eind 2012. De minister heeft tijdens het Algemeen Overleg positief op deze open markttuitvraag gereageerd, waarna de markttuitvraag op de markt is gezet. Dit rapport is het product van één van de drie consortia die in het kader van de markttuitvraag gevraagd zijn hun ideeën uit te werken.

Het doel van deze opdracht en dit rapport is als volgt:

- het ontwerpen van een (ecologisch) systeem voor het Markermeer-IJmeer dat zich kenmerkt door een grote diversiteit aan habitats en een diverse opbouw van de voedselpiramide. Dit ecologisch systeem moet veerkrachtig zijn, wat zich uit in grotere aantallen (van) soorten. Het ecologisch systeem moet zichzelf in stand kunnen houden en daarmee toekomstbestendig zijn;
- het ecologisch systeem moet - net als het PRA - op de middellange termijn (ca. 10 jaar) een oplossing bieden voor de neergaande ontwikkeling van de natuur in het Markermeer-IJmeer. De neergaande ontwikkeling moet in deze periode worden omgebogen in een opgaande ontwikkeling;
- het ecologisch systeem moet - net als het PRA - op de lange termijn (ca. 2040) de natuur in het Markermeer-IJmeer dusdanig verbeteren dat het op grond van wet- en regelgeving (met name Natura 2000) ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving (bijv. stedelijke ontwikkelingen en recreatie in Almere, Enkhuizen en Lelystad) mogelijk maakt;
- het ecologisch systeem moet met minder (overheids)middelen gerealiseerd kunnen worden dan het PRA.

#### **1.4. Uitvoerend consortium**

Dit rapport is samengesteld door een consortium bestaande uit de bureaus en instituten Witteveen+Bos, Onderzoekcentrum B-Ware, Radboud Universiteit Nijmegen, Altenburg & Wymenga, HOSPER en Boskalis.



## 2. ONZE VISIE OP (DE DOELEN VOOR) HET TBES

### **Markermeer-IJmeer, een jong ecosysteem**

Het Markermeer-IJmeer is een jong, in feite nieuw, ecosysteem dat ontstaan is bij de aanleg van de Houtribdijk. Nadat stilaan duidelijk werd dat er hier niet ingepolderd ging worden is de discussie over een alternatieve inrichting van het gebied losgebarsten. Voor wat betreft de natuurwaarden is deze discussie langs twee lijnen verlopen. Enerzijds bleek het nieuwe meer, ondanks dat er (in functionele zin) nauwelijks oevers aanwezig waren, al snel zijn eigen natuurwaarden te ontwikkelen. De ontwikkeling van deze natuurwaarden is geanalyseerd en er zijn allerlei voorstellen gedaan om deze spontane ontwikkeling te ondersteunen en te versterken. Anderzijds ontwikkelde zich in de aangrenzende Flevopolder al snel een bijzondere moerasnatuur en groeiden de Oostvaardersplassen uit tot een natuurgebied van formaat. Dit heeft veel creatieve geesten aangezet tot het ontwikkelen van allerlei plannen voor de ontwikkeling van nieuwe natuur van oevers en moerassen in het Markermeer-IJmeer.

De huidige plannen, zoals neergelegd in het TBES/PRA, zijn een combinatie van beide gedachtestromen. Via de Natura 2000 doelstellingen wordt vooral (maar niet alleen) ingezet op behoud van de waarde als foerageergebied voor grote aantallen trekvogels. Maar aan de andere kant wordt ook ingezet op ontwikkeling van moerasnatuur vergelijkbaar met die in de Oostvaardersplassen.

### **Beperkingen voor nieuwe ontwikkelingen vooral door ‘moeizame’ Natura 2000-doelen**

Het TBES is ontworpen om de doelstellingen voor Natura 2000, EHS en Kaderrichtlijn Water te realiseren. Toekomstige ontwikkelingen in en om het Markermeer-IJmeer zijn alleen mogelijk onder de voorwaarde dat ook deze doelen worden gerealiseerd. Het realiseren van een robuust ecologisch systeem dat een stootje kan hebben is daarvoor noodzakelijk. Dit robuuste ecologische systeem moet ervoor zorgen dat alle doelen gehaald worden, maar moet in elk geval een oplossing bieden voor die doelen waar het nu slecht mee gaat. Dit zijn de doelen die momenteel onder het gewenste aantal zitten of waarvan de trend zodanig is dat dit in de toekomst verwacht mag worden. Immers, juist die doelen zullen beperkingen opleveren voor nieuwe ontwikkelingen. Met name de Natura 2000-doelen waar het slecht mee gaat wegen daarbij (juridisch) bijzonder zwaar. De doelen voor KRW en EHS zijn in zekere zin plooibaar. De KRW doelen houden expliciet rekening met de status van het Markermeer als ‘sterk veranderd water’ als gevolg van onomkeerbare hydromorfologische veranderingen en met de haalbaarheid en betaalbaarheid van maatregelen. Doelen voor de EHS zijn minder concreet uitgewerkt en daarnaast op provinciaal en nationaal niveau aan te passen. Een TBES dat met minder (overheids)middelen gerealiseerd kan worden dan het PRA, maar tegelijkertijd wel ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk maakt, zou zich daarom primair moeten richten op het robuust realiseren van de Natura 2000 instandhoudingsdoelen. Logischerwijs ligt de opgave daarbij vooral bij die doelen waar het nu niet goed mee gaat. In het volgende hoofdstuk zal blijken dat dit met name de doelen voor mosseletende en visetende watervogels zijn.

### **Grootschalig moeras geen topprioriteit**

Centraal element in het huidige PRA is de realisatie van een grootschalig moeras van 4500 hectare. Ook door Natuurmonumenten worden plannen ontwikkeld voor een grootschalig moeras in het Markermeer, de Markerwadden. Wij willen voorop stellen dat wij niet tegen deze ontwikkelingen zijn en ook wij zien de ecologische waarde van een grootschalig moeras.

Bij het zoeken naar besparingsmogelijkheden (onze opdracht) kennen wij aan de realisatie van een grootschalig moeras om de volgende redenen echter geen topprioriteit toe:

- het grootschalig moeras zoals opgenomen in het TBES is duur: circa 85 % van de totale kosten van het PRA zijn bestemd voor het grootschalig moeras;
- het grootschalig moeras draagt slechts in beperkte mate bij aan de Natura 2000 doelen voor mosseletende en visetende watervogels, terwijl dit juist de doelen zijn die (juridisch) bijzonder zwaar wegen. Wij achten het ecologisch rendement bij het verbeteren van de visstand voor visetende watervogels gering. Het grootschalig moeras zal lokaal, in het moeras zelf, zeker vis produceren. Op grond van onze ervaringen in andere systemen hebben wij echter geen hoge verwachting van de uitwisseling van deze visstand met het open water en dus van het effect van het grootschalig moeras op de visstand van het Markermeer. De reden hiervoor is dat de drijvende kracht voor deze uitwisseling in de vorm van een natuurlijk peilverloop met droogvallende oevers of droogvallend moeras ontbreekt en de uitwisselingsmogelijkheden beperkt zijn doordat het moeras slechts op één of enkele punten met het Markermeer in verbinding staat;
- er zijn belangrijke onzekerheden of het grootschalig moeras technisch kan worden gerealiseerd op de wijze waarop wordt voorgestaan, namelijk door het opspuiten van slib achter dammen. De technische onzekerheden zullen worden onderzocht in de pilot oermoeras. Daarnaast zijn er onzekerheden of de bodem van het moeras geschikt zal zijn voor kwalitatief goede moerasontwikkeling. In het PRA wordt uitgegaan van gebruik van de kleilaag voor de ontwikkeling van moerasnatuur. Dit met het voorbeeld van de Oostvaardersplassen voor ogen. Er zijn echter enkele belangrijke verschillen met de Oostvaardersplassen:
  - klei uit het Markermeer zal moeten worden verplaatst naar het oermoeras. Dit levert mogelijk technische problemen op, omdat uit proeven met het vergraven, of zelfs in grote blokken verplaatsen, van de klei blijkt dat deze volledig uiteenvalt in fijne kleideeltjes die in het water gaan zweven en na enige tijd een waterige neerslag vormen. Het risico is dus groot dat een deel van de verplaatste klei zich zal gaan gedragen als het huidige slib, dat immers ook vooral bestaat uit geërodeerde klei;
  - een kleibodem is veel minder geschikt voor de ontwikkeling van oevervegetaties dan een zandbodem. Dit heeft er vooral mee te maken dat een kleibodem veel minder doordringbaar is voor water en doorgaans ook meer organisch stof en reodoxgevoelige verbindingen bevat. In droogvallende of uiterst ondiepe delen dringt nog enige zuurstof door, maar in de diepere delen komen riet en biezenvrouw tot ontwikkeling en hebben ook veel waterplanten het zwaar.

Om deze redenen heeft een grootschalig moeras wat ons betreft geen topprioriteit. Het grootschalig moeras maakt dan ook geen onderdeel uit van 'ons' TBES. Maar zoals gezegd, een grootschalig moeras heeft zeker ecologische waarde, dit wordt door ons niet betwist. Om aan de inhoudelijke onzekerheden van het huidige voorstel voor een moeras tegemoet te komen, doen wij een voorstel voor de ontwikkeling van een alternatief moeras, een 'poldermoeras'. Omdat dit poldermoeras geen onderdeel uitmaakt van ons TBES, is dit voorstel uitgewerkt in bijlage I van dit rapport.

Bovenstaande visie en de consequentie voor het TBES werken wij in dit rapport verder uit. In het volgende hoofdstuk gaan we daartoe eerst in op de Natura 2000-doelen en de huidige staat van instandhouding van deze doelen. Daarnaast gaan we in dat hoofdstuk in op enkele (recente) ontwikkelingen in het Markermeer-IJmeer die wij van belang vinden bij het ontwerpen van een alternatief voor het TBES en de daarbij te volgen strategie. In de hoofdstukken daarna werken we deze strategie verder uit.

### 3. DOELEN, RECENTE ONTWIKKELINGEN EN TE VOLGEN STRATEGIE

#### 3.1. Instandhoudingsdoelen Markermeer-IJmeer

In het aanwijzingsbesluit voor het Natura 2000-gebied 'Markermeer & IJmeer' zijn instandhoudingsdoelen beschreven voor één habitattype (kranswierwateren), twee Habitatrichtlijnsoorten (rivierdonderpad en meervleermuis) en 19 Vogelrichtlijnsoorten, die op vrijwel alle betrekking hebben op niet broedende watervogels (tabel 3.1). De doelstellingen richten zich op behoud van het leefgebied en de populatieomvang van de opgenomen soorten.

Een vergelijking van de huidige aantallen watervogels in het Markermeer/IJmeer met de instandhoudingsdoelen wijst erop dat met name de draagkracht voor mosseleTERS en viseters onvoldoende is. De trend voor deze soortengroepen is sinds het moment van aanwijzing (waar de doelen op gebaseerd zijn) negatief. Daarom is er in de praktijk een opgave voor zeven soorten: vier mosseleTERS (Kuifeend, Brilduiker, Nonnetje en Meerkoet) en in elk geval twee viseters (Fuut en Aalscholver). De Zwarte Stern zou hier gelet op de negatieve trend aan toegevoegd kunnen worden. Het TBES zou zich dus met name op die maatregelen moeten richten die ten goede komen aan mosseletende en visetende watervogels.

**Tabel 3.1. Overzicht instandhoudingsdoelen Markermeer en IJmeer**

habitattypen en soorten	instandhoudingsdoelstelling (ISD)	trend 2000-2009	seizoens- gemiddelde 2005-2009	Stand t.o.v. ISD
<b>habitattypen</b>				
kranswierwateren	behoud oppervlakte en kwaliteit	0		0
<b>habitatrichtlijnsoorten</b>				
rivierdonderpad	behoud leefgebied en populatie	-		?
meervleermuis	behoud leefgebied en populatie	?		?
<b>vogelrichtlijnsoorten, broedvogels</b>				
aalscholver	behoud leefgebied en populatie 8.000 paren in het gehele IJsselmeergebied			
visdief	behoud leefgebied en populatie 630 paren -		457	-
<b>vogelrichtlijnsoorten, niet-broedvogels (isd: seizoensgemiddelde)</b>				
fuut	behoud leefgebied en populatie 170	-	158	- (v)
aalscholver	behoud leefgebied en populatie 2.600	+	3475	+
lepelaar	behoud leefgebied en populatie 2	+	6	+
grauwe gans	behoud leefgebied en populatie 510	+	814	+
brandgans	behoud leefgebied en populatie 160	+		
smient	behoud leefgebied en populatie 15.600	+?	8.864	0/-
krakeend	behoud leefgebied en populatie 90	+	141	+
slobeend	behoud leefgebied en populatie 20	0	48	+
krooneend	behoud leefgebied en populatie	?	c. 32*	?
tafeleend	behoud leefgebied en populatie 3.200	-?	5.224	+
kuifeend	behoud leefgebied en populatie 18.800	0	16.069	- (m)
topper	behoud leefgebied en populatie 70	-	91	+
brilduiker	behoud leefgebied en populatie 170	-	87	- (m)
nonnetje	behoud leefgebied en populatie 80	-	63	- (v)
grote zaagbek	behoud leefgebied en populatie 40	-	50	+
meerkoet	behoud leefgebied en populatie 4.500	0	4.267	- (m)
dwergmeeuw	behoud leefgebied en populatie	?	?	?
zwarte stern	behoud leefgebied en populatie	?-	?	?

habitattypen en soorten	instandhoudingsdoelstelling (ISD)	trend 2000-2009	seizoens- gemiddelde 2005-2009	Stand t.o.v. ISD
<b>complementaire doelen</b>				
meervleermuis	behoud leefgebied en populatie		?	?

#### Toelichting

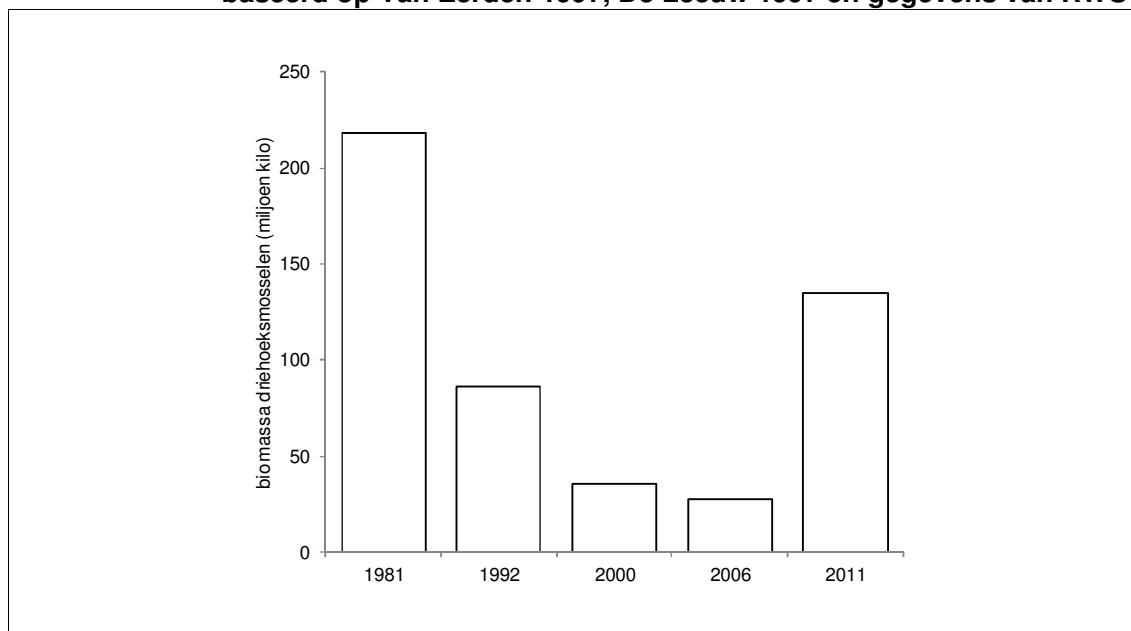
Op basis van het aanwijzingsbesluit 'Markermeer & IJmeer' d.d. 23 december 2009, de trend van watervogels in de periode 2000-2009, de talrijkheid in 2005-2009 en stand ten opzichte van de instandhoudingsdoelen (ISD). + = positief, o=stabiël, - = negatief, ?=onbekend, m=mosseleter, v=viseter. Bron seizoensgemiddelden: www.sovon.nl. \*Krooneend: seizoensmaximum rond 300 vogels (Noordhuis 2010).

### 3.2. Enkele (recente) ontwikkelingen in het Markermeer-IJmeer

Hierboven is geconcludeerd dat maatregelen met name ten goede moeten komen aan (herstel van de draagkracht voor) visetende en mosseletende watervogels. De vervolgvraag daarbij is natuurlijk om welke maatregelen dat zou moeten gaan. Om deze vraag goed te kunnen beantwoorden is het nodig om de oorzaak van de achteruitgang te kennen. Hierover is in het kader van het onderzoek naar het TBES al veel geschreven, maar er zijn ook nog veel kennisleemtes. Om deze kennisleemtes op te vullen is het eerder genoemde ANT-onderzoeksprogramma opgestart. Echt duidelijke oorzaken met bijbehorende oplossingen zijn hier echter nog niet uit voortgekomen.

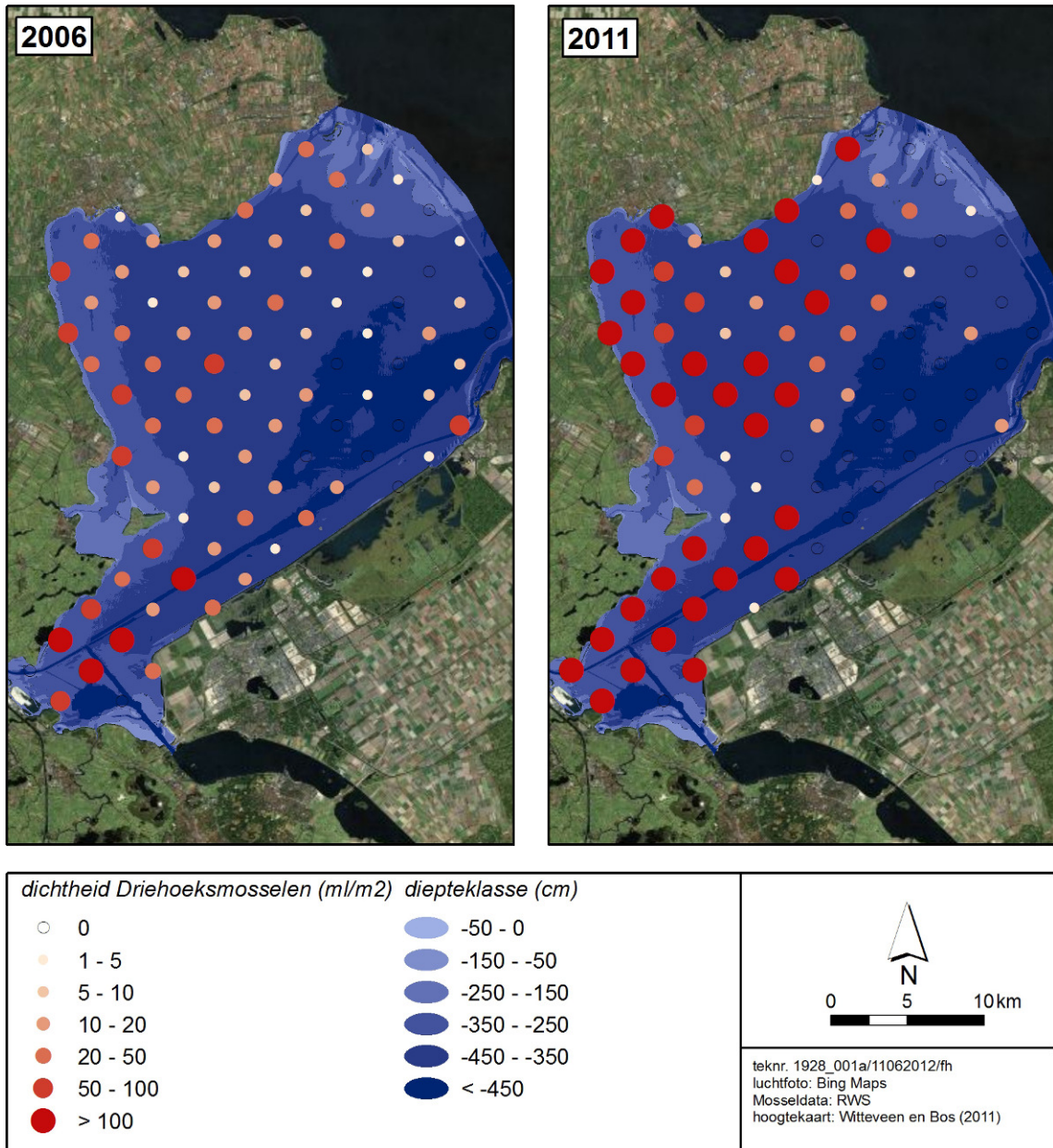
Bij het bestuderen van het beschikbare materiaal, vielen ons enkele (recente) ontwikkelingen op. Na een sterke terugval van de stand van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) is de totale bedekking aan mosselen recent weer sterk toegenomen (afbeelding 3.1 en 3.2). De Quaggamossel (*Dreissena bugensis*) heeft het Markermeer en IJmeer gekoloniseerd en neemt nu ongeveer 75 % van het totale mosselbestand in. Uit experimenteel onderzoek in de Great Lakes blijkt dat ook de Quaggamossel door duikeenden (onder andere Topper en Brilduiker) geconsumeerd wordt (Mitchell *et al.* 2000).

**Afbeelding 3.1. Schatting van de mosselbiomassa in het Markermeer en IJmeer, gebaseerd op Van Eerden 1997, De Leeuw 1997 en gegevens van RWS**



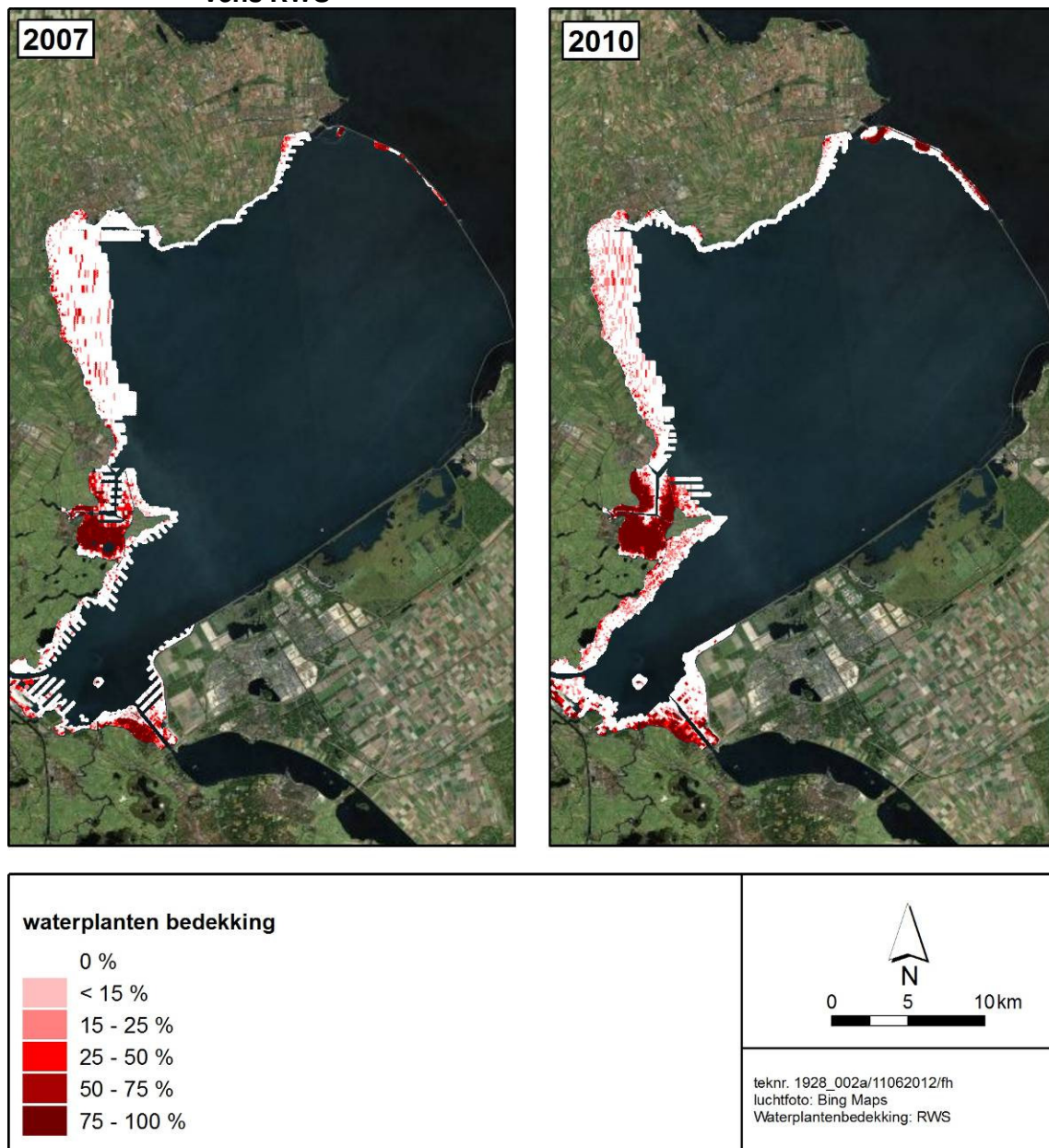


**Afbeelding 3.2. Driehoeksmosselen (*Dreissena spec*) in het Markermeer en IJmeer in 2006 en 2011. In 2011 betrof het grotendeels Quagga-mosselen. Gegevens RWS. Opmerking: de Gouwzee en het Muiderzand zijn niet bemonsterd**



Naast de toename van mosselen, beginnen waterplanten zich (weliswaar in lage bedekking) voorzichtig te ontwikkelen langs de Noordhollandse kust (afbeelding 3.3). Het betreft hier vrijwel uitsluitend Doorgroeid Fonteinkruid in een lage bedekking, waarbij opvalt dat de bedekking van jaar tot jaar sterk kan wisselen.

**Afbeelding 3.3. Waterplanten in het Markermeer en IJmeer in 2007 en 2010. Gegevens RWS**



Zowel de sterke toename van het mosselbestand als de voorzichtige waterplantenontwikkeling doen zich voor zonder dat hiervoor specifieke maatregelen zijn getroffen. Ze zijn dan ook niet direct verwacht, maar passen wel bij de nog instabiele ontwikkeling van een relatief jong ecosysteem als het Markermeer. Waarschijnlijk is de waargenomen ontwikkeling kwetsbaar. Maatregelen zouden zich er op moeten richten dergelijke ontwikkelingen te versterken en te stabiliseren. Het bergen van slib in diepe putten of in een moeras en het aanleggen van luwtstructuren om planten te stimuleren en verdere erosie van kleibodems tegen te gaan zijn voorbeelden van dergelijke maatregelen.

### 3.3. Samenstelling van slib en waterbodem

In de voor ons beschikbare literatuur hebben wij nauwelijks gegevens gevonden over de samenstelling van de waterbodem in het Markermeer en van het slib.

Er zijn daarom aanvullende gegevens verzameld op 7 plaatsen in het veld; nabij Hoorn, Lelystad, Almere en op een winlocatie van Boskalis. Deze staan weergegeven in tabel 3.2.

**Tabel 3.2. Gemiddelde samenstelling van de waterbodembodem op 7 plaatsen in het Markermeer**

		Waarde klei	% in slib t.o.v. klei	Standaardafwijking
Zuurgraad (poriewater)	pH	6,2	95,1	4,2
Organisch stof	%	5,4	99,3	38,0
Aluminium	mmol/kg DW	293	98,2	66,2
Calcium	mmol/kg DW	812	143,5	74,9
IJzer	mmol/kg DW	297	89,8	54,7
Kalium	mmol/kg DW	49	98,3	66,4
Magnesium	mmol/kg DW	197	101,6	40,6
Natrium	mmol/kg DW	16	82,8	34,3
Fosfor	mmol/kg DW	15	100,3	45,3
Zwavel	mmol/kg DW	278	84,0	42,1

**Toelichting**

Weergegeven zijn de absolute gehalten van de belangrijkste componenten in de kleilaag en de procentuele gehalten in het lokale slib ten opzichte van de lokale klei. Twee veenbodems (bij Hoorn) zijn weggelaten.

De kleibodem heeft een vrij laag gehalte aan aluminium; in zware klei is meestal 500-1000 millimol aluminium aanwezig per kilo droge bodem terwijl dat hier varieert tussen 100 en 450 millimol. De bodem bestaat dus vooral uit lichte klei. Verder valt het hoge calciumgehalte op; indien dit calcium aanwezig is als calciumcarbonaat zou er sprake zijn van een kalkgehalte van 6-18 %. Het hoge gehalte aan zwavel wijst op het mariene verleden. Ook is in het bodemvocht een sterk verhoogd gehalte aan natriumchloride gemeten, vooral in de diepere lagen. Dit wijst er op dat de bodem nog altijd zout nalevert aan de waterlaag.

De sliblaag lijkt in samenstelling opvallend veel op de kleibodem. Voor de gemeten factoren is het gehalte in de sliblaag 82-102 % van dat in de kleilaag. Enige uitzondering hierop is het calciumgehalte. Dit is in de sliblaag ruim 43 % hoger dan in de kleilaag. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er neerslag optreedt van calciumcarbonaat uit de waterlaag. Een dergelijke neerslag kan optreden tijdens perioden met algenbloei en een hierdoor verhoogde pH. Ook kan neerslag plaatsvinden op waterplanten, waarna de kalk bij afsterven in de sliblaag terecht komt.

De gegevens ondersteunen het vermoeden dat het slib in het Markermeer vooral of vrijwel uitsluitend bestaat uit geërodeerde klei. Gemiddeld is het percentage organisch materiaal in het slib slechts 5,4 % en maximaal is 9,6 % gemeten.

**3.4. De te volgen strategie**

Gegeven de leemten in kennis voor wat betreft de oorzaken van de achteruitgang, kunnen de maatregelen die voor stabilisatie en versterking moeten zorgen niet met grote zekerheid worden onderbouwd. We weten simpelweg (nog) te weinig, er wordt immers nog veel onderzoek gedaan. Toch moeten we nu de voorstellen voor een TBES neerleggen. Naar ons idee past in deze situatie een strategie die is opgebouwd uit de volgende 2 sporen:

1. begin met maatregelen op relatief kleine schaal, en schaal de maatregelen op die succesvol zijn (learning by doing), het TBES als groeimodel. Dit is een beproefde strategie, die door Rijkswaterstaat in het verleden ook is toegepast voor bijvoorbeeld de grote inpolderingen en de Deltawerken, en nu ook weer wordt toegepast bij bijvoorbeeld het oermoeras in het Markermeer (de geplande Pilot Oermoeras);

2. leer van systemen waar het wel goed gaat, dus waar wel voldoende draagkracht is voor de soorten die ook in het Markermeer worden nagestreefd. Deze ecosystemen met vergelijkbare soorten zijn dichtbij huis te vinden: de randmeren en de Gouwzee, waarvan de laatste onderdeel is van het Markermeer zelf. De daar voorkomende soorten vertonen grote overlap met de instandhoudingsdoelen en betreffen in elk geval de soorten waar het in Markermeer nu niet goed mee gaat. Bovendien komen die soorten daar in zodanige dichtheden voor dat, als het zou lukken dergelijke dichtheden met maatregelen in het Markermeer te realiseren, slechts een beperkt oppervlak van het Markermeer nodig is om de instandhoudingsdoelen (ruim) te realiseren.

Deze strategie werken wij in het volgende hoofdstuk verder uit.

## 4. MAATREGELEN VOOR EEN TOEKOMSTBESTENDIG ECOLOGISCH SYSTEEM

### 4.1. Beschrijving watervogeldichtheden referentiegebieden

Als referentiebron voor het perspectief van maatregelen zijn watervogeltellingen in de Gouwzee en de Veluwerandmeren gebruikt en rekenregels voor watervogeldichtheden op basis van de aanwezigheid van waterplanten, driehoeksmosselen en dieptezones (tabel 4.1). In eerste instantie zijn dichtheden berekend per deelgebied zonder rekening te houden met de diepteverdeling, waterplantenbedekking en mosseldichtheid. De Gouwzee, het Drontermeer en Veluwemeer blijken goed vergelijkbaar wat betreft waterplantenbedekking en diepteverdeling (bekeken vanuit het oogpunt van duikeenden). De dichtheden van de mosseleeters liggen voor de drie deelgebieden in vergelijkbare ordegrotten. Dit geldt veel minder voor viseters en waterplanteneters. Hier spelen waarschijnlijk gebiedsfactoren een rol, zoals de regionale broedvogelbevolking (ruiende Krooneenden in de Gouwzee), rustplaatsen (Aalscholvers in de randmeren).

**Tabel 4.1. Vogeldichtheden referentiegebieden berekend op basis van telgegevens**

Vogeldichtheden (N/100 ha) berekend op basis van telgegevens			
kenmerk/soort	2000-2011	2005-2010	2005-2010
	Gouwzee	Drontermeer	Veluwemeer
oppervlakte (ha)	1664	449	1299
% met waterplanten (interne bedekking)	45	51	44
aalscholver (v)	0,30	23,72	16,79
brilduiker (m)	2,24	2,85	3,18
fuut (v)	0,96	30,20	8,86
grote zaagbek (v)	0,30	2,97	1,09
kleine zwaan (w)	0,00	2,35	7,40
knobbelzwaan (w)	-	54,76	108,34
krakeend (w)	0,90	27,40	5,84
krooneend (w)	32,00	1,86	2,00
kuifeend (m)	285,46	126,85	184,56
meerkoet (m/w)	550,03	336,51	425,07
nonnetje (v)	1,02	2,50	1,21
pijlstaart (w)	-	22,89	4,38
slobeend (z)	0,00	2,72	0,30
tafeleend (w/m)	156,25	131,31	194,60
topper (m)	0,00	0,00	0,00

### 4.2. Maatregelen

#### 4.2.1. Luwtestructuren in combinatie met verondieping

Om in het Markermeer een randmeer- of Gouwzee-achtig milieu te creëren worden één of meerdere luwtestructuren aangelegd. De aanleg van deze luwtestructuren wordt al dan niet gecombineerd met verondieping.



## **Locatie**

De luwtestructuren worden bij voorkeur aangelegd op een niet te diepe locatie. Enerzijds om de kosten van de luwtestructuren laag te houden en anderzijds omdat het ecologisch effect daar waarschijnlijk het grootst is. Naarmate het water dieper is, wordt het lichtklimaat op de bodem sneller beïnvloed door vertroebeling van de waterlaag. Dit lichtklimaat op de bodem is belangrijk voor de kieming en vestiging van waterplanten. In de diepere delen van het Markermeer (dieper van 4-5 meter) bevindt zich een dikke laag slib op de bodem, die vestiging van zowel waterplanten als mosselen tegengaat. Ook wanneer er ter plekke luwtestructuren worden aangelegd zal dit een remmende factor blijven.

Aan de andere kant is de aanleg van luwtestructuren in de schaarse, zeer ondiepe delen (< 2 meter diep) niet nodig. Hier vindt doorgaans al een goede ontwikkeling van waterplanten plaats. De mosseldichtheid blijft hier laag omdat deze makkelijk bereikbaar is voor veel mosseleeters.

De beoogde luwtestructuren kunnen dus het beste worden aangelegd in die delen van het Markermeer die 2-4(-5) meter diep zijn. Dit zijn tevens de delen waar geen of slechts een dunne sliblaag aanwezig is. Richting het noordwesten wordt de bodem steeds zandiger en zijn de kansen op succes waarschijnlijk groter. Zuurstof dringt makkelijker door in deze zandige bodem en doordat het gehalte organisch stof in de zandbodems doorgaans ook lager is, zal ook het zuurstofverbruik lager zijn. Vanwege de betere zuurstofhuishouding en ook vanwege de lagere gehalten zwavel (sulfidevorming!) en ammonium in de zandbodems, zijn de kansen voor groei van waterplanten hier beter. Dit laat de ontwikkeling in de randmeren ook zien. Ook de mosselgroei is hier waarschijnlijk beter, omdat er geen klei kan opwervelen en in het filtersysteem van de mosselen terecht kan komen. De meest zandige delen zijn aanwezig op de gronden tegen de Houtribdijk; het Enkhuizerzand.

## **Ecologische details**

Wanneer door de aanleg van een luwtestructuur de waterbeweging afneemt, zal het aanwezige slib bezinken. De grootte, ligging en vorm van de opening van de luwtestructuur zal bepalend zijn voor de mate waarin waterverversing en dus aanvoer van vers, slibrijk water plaatsvindt. Voor zover dit slib niet wordt afgevangen door putten die gegraven worden om de luwtestructuren te kunnen verondiepen, zal dit slib in de luwtestructuur uitzakken en zich ophopen in de meest luwe delen direct achter de luwtestructuren. Om ophoping van grote hoeveelheden slib in de meest luwe delen te voorkomen is het waarschijnlijk goed om de waterbodem geleidelijk af te laten lopen. Dit heeft als bijkomend voordeel dat in de meest ondiepe delen waardevolle oeverbiotopen kunnen worden ontwikkeld, bijvoorbeeld waterriet in tot 0.5 meter diep water, en fijnbladige fonteinkruiden, kranswieren en biezenvelden in 0,5 tot 2 meter diep water. Deze biotopen hebben ook een belangrijke functie als kraamkamer voor vissen en als broed- en foeragegebied voor allerlei watervogels.

## **Interactie tussen bodem en waterlaag**

Aanleg van luwtestructuren heeft ook gevolgen voor de interactie tussen bodem en waterlaag. Voedingsstoffen die in de bodem opgeslagen liggen kunnen op verschillende manieren versneld de waterlaag bereiken.

Allereerst zullen wortelende waterplanten hun voedingsstoffen voor een groot deel gaan betrekken uit de waterbodem, en met name uit het poriewater. Bij afsterven komen deze voedingsstoffen vrij in de waterlaag. De hoeveelheid voedingsstoffen in het poriewater lijken in hoge mate gecorreleerd te zijn met de mate van doorluchting van de waterbodem. Op de 7 plaatsen waar waterbodems zijn verzameld, is ook poriewater verzameld. De concentraties ijzer, fosfaat en ammonium in het poriewater zijn sterk positief gecorreleerd; deze stoffen lossen goed op onder anaerobe omstandigheden.

In het poriewater van de meest gereduceerde bodems zijn zeer hoge concentraties ammonium (70 mg/l) en fosfaat (6 mg/l) gemeten. De correlatie met sulfaat, dat vooral onder aerobe omstandigheden aanwezig is, is juist sterk negatief. Aanleggen van luwte zal leiden tot een verminderde doorluchting van de toplaag van de bodem en dus tot een verhoogde nalevering van fosfaat en ammonium aan de waterlaag. Wanneer er grote hoeveelheden waterplanten gaan afsterven wordt er nog meer zuurstof verbruikt en zal de bodem nog meer voedingsstoffen gaan naleveren. De aanleg van luwte en de ontwikkeling van waterplanten leiden dus tot een lokaal sterk gewijzigde huishouding van fosfaat en ammonium in de waterlaag en dragen hiermee bij aan een gevarieerder en stabielere watersysteem.

## **Fasering**

### *Fase 1*

In eerste instantie zal een luwtestructuur worden aangelegd zonder dat er verondieping plaatsvindt in het 2-4 meter diepe water. Wij stellen voor te starten met een luwtestructuur die een gebied insluit met de omvang van de huidige Gouwzee. Tegen de luwtestructuren aan wordt een oeverzone aangelegd met 0,5 tot 2 meter diep water. Deze wordt deels met kleibodem en deels met zand aangelegd. In deze fase wordt een aantal processen nauwlettend gevolgd. Ten eerste wordt gevolgd in hoeverre de luwtestructuur slib gaat invangen. Bij een te grote slibvang zal geen vestiging van mosselen en waterplanten plaatsvinden en kan de luwtestructuur op termijn zelfs dichtslibben. Daarnaast wordt de vestiging en uitbreiding van waterplanten en mosselen gevolgd.

### *Fase 2*

Wanneer er teveel slibvang plaatsvindt, zullen aanvullende maatregelen worden genomen. Door zand te winnen op een strategische locatie nabij de luwtestructuur kan de instroom van slib sterk worden beperkt en kan met de bodem verondieping worden gerealiseerd. Indien hiervoor zand wordt gebruikt, kan een voor mosselen en waterplanten meer geschikte waterbodem worden aangelegd. Ook kan het oppervlak van de oeverzone worden uitgebreid.

### *Fase 3*

Wanneer de slibvang beperkt blijft, is de ontwikkeling van waterplanten en mosselen sturend voor eventuele vervolgmaatregelen. Bij een voldoende ontwikkeling in de hele luwtestructuur zijn geen aanvullende maatregelen nodig. Indien alleen de verondiepte delen bij de luwtestructuren worden gekoloniseerd, is waarschijnlijk verondieping van de luwtestructuur nodig. Dit kan met klei of met zand, al naar gelang de ontwikkeling in de met klei respectievelijk zand verondiepte delen.

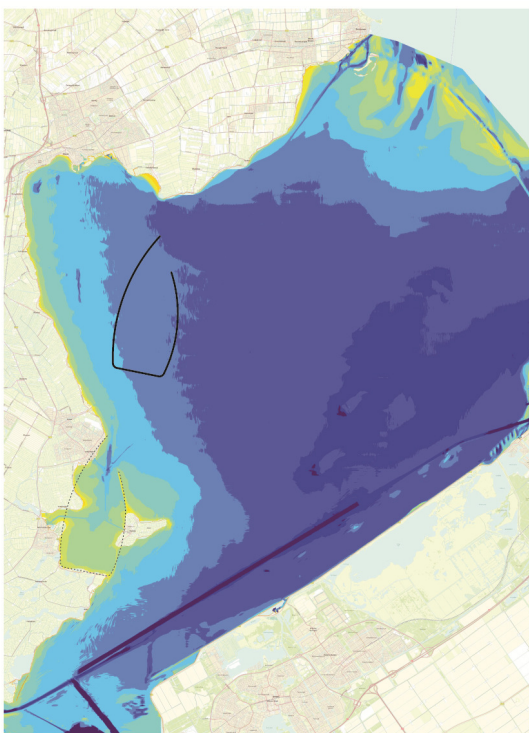
### *Fase 4*

Zodra er voldoende ervaring is opgedaan met luwte en eventueel aanvullende verondieping en bezanding, kan het oppervlak aan luwtestructuren worden uitgebreid. Dit kan grenzend aan de aangelegde structuren, of op een geheel nieuwe locatie. Grenzend aan de aangelegde structuren is echter vanuit landschappelijk oogpunt ongewenst (zie verder).

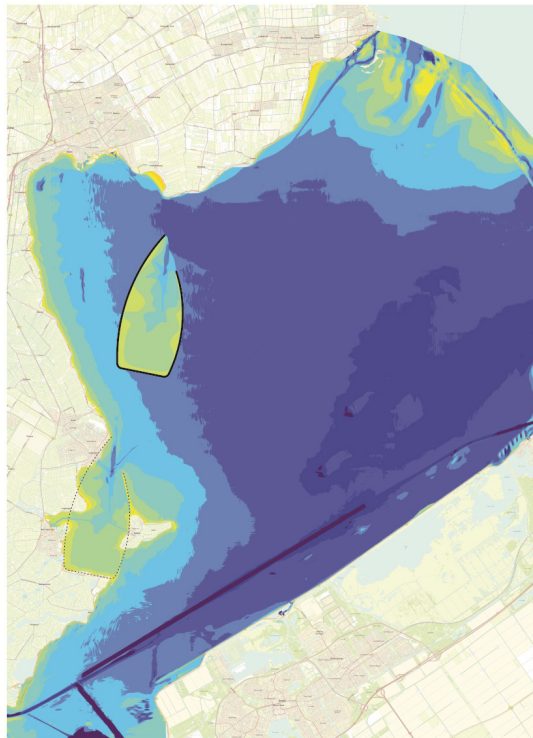
## **Ruimtelijke uitwerking**

In afbeelding 4.1 is bovenstaande fasering uitgewerkt in een mogelijke ruimtelijke configuratie en stappenplan, waarbij de luwtestructuren los liggen in het open water van het Markermeer. In afbeelding 4.2 zijn luwtestructuren uitgewerkt die eenzijdig vastliggen aan de Noordhollandse kust. Benadrukt wordt dat de weergegeven ruimtelijke configuraties eerste voorstellen zijn, die nog nader kunnen en moeten worden uitgewerkt, waaronder de exacte vorm en ligging.

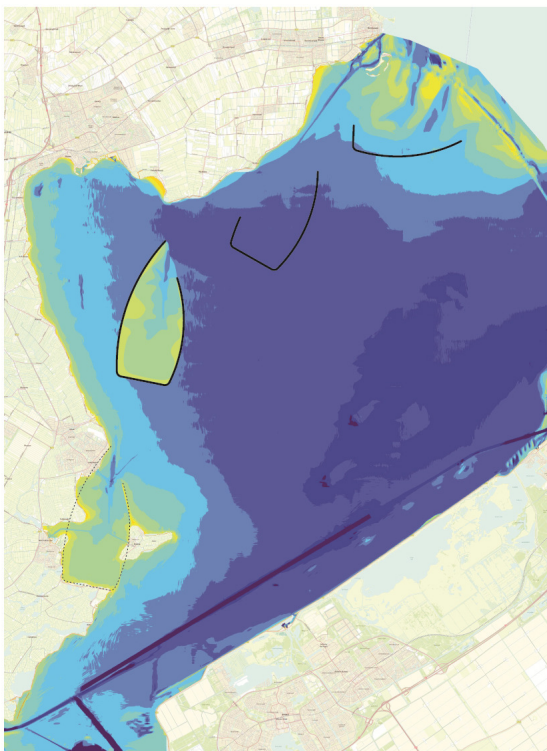
**Afbeelding 4.1. Voorstel voor ruimtelijke uitwerking en mogelijke fasering luwte structuren en verondieping**



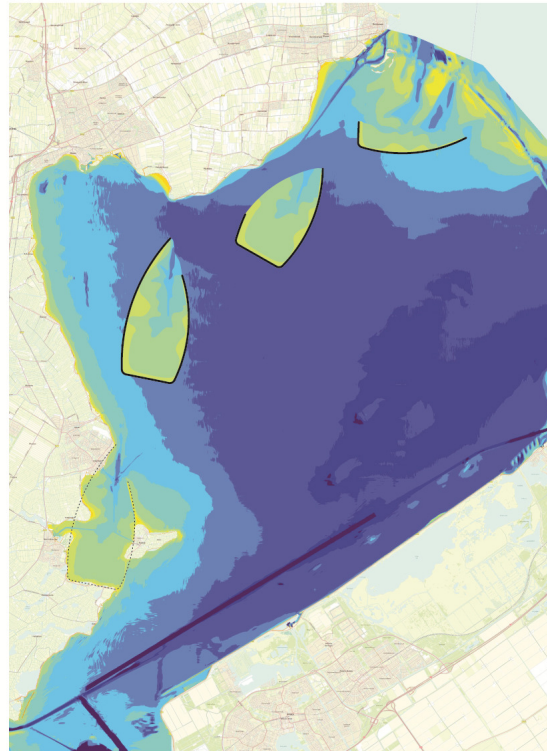
stap 1: eerste luwtestructuur



stap 2: verondieping eerste luwtestructuur



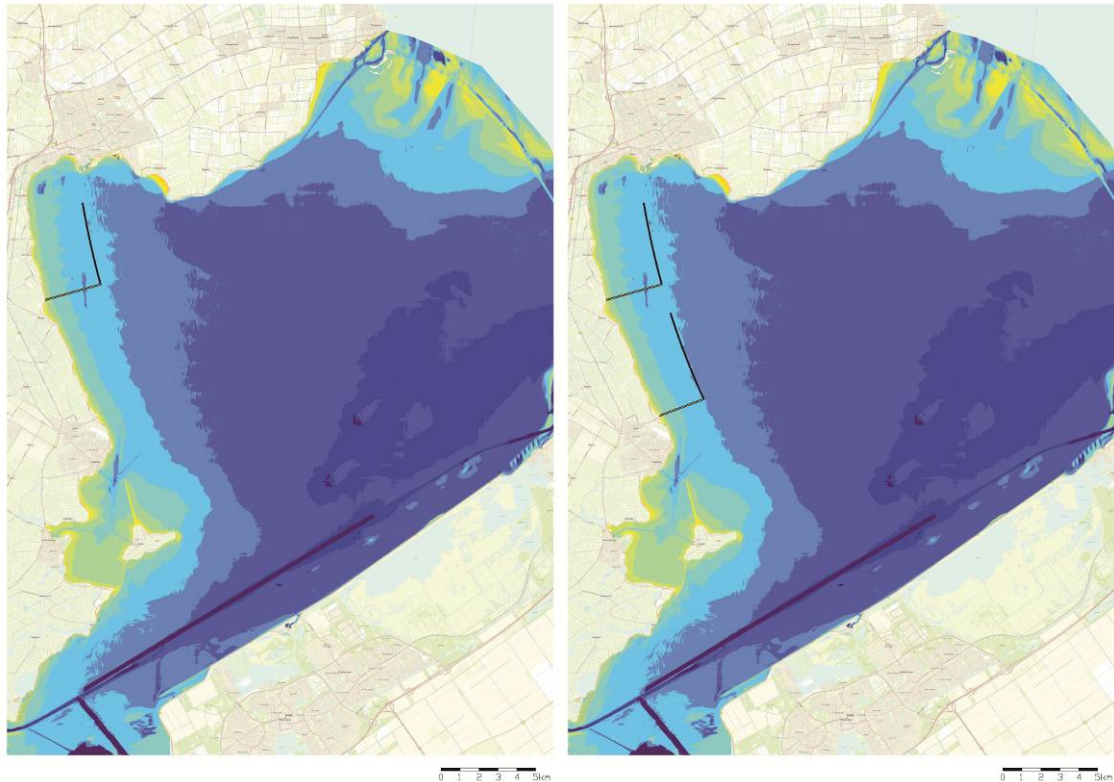
stap 3: twee nieuwe luwtestructuren



stap 4: verondieping nieuwe luwtestructuren



**Afbeelding 4.2. Mogelijke ruimtelijke configuratie luwtestructuren aan de kust**



#### **4.2.2. Overige maatregelen**

Luwtestructuren in combinatie met verondieping zijn wat ons betreft de essentie van het TBES. Daarnaast bevelen wij een twee maatregelen aan die een aanvullende bijdrage leveren voor het realiseren van de ecologische doelen.

##### **Dijkversterking Noordhollandse kust in combinatie met oeverdijk**

Wij bevelen aan de geplande dijkversterking langs de Noordhollandse kust uit te voeren in de vorm van een oeverdijk. Hiernaar is al onderzoek gedaan, ook in het Optimalisatierapport komt dit aan de orde. Deze oeverdijk kan worden gefinancierd vanuit het dijkversterkingsprogramma, omdat door aanwezigheid van de oeverdijk de dijk zelf minder hoeft te worden verhoogd en/of versterkt. Tussen de oeverdijk en de kust kunnen op deze wijze land-water overgangen worden gerealiseerd. Deze land-water overgangen staan in goed contact met het open water van het Markermeer waardoor sprake is van goede uitwisselmogelijkheden tussen de oeverzone en het open water.

Wij bevelen daarbij aan een optimalisatiestudie uit te voeren naar de afstand van de oeverdijk tot de kust. Hoe verder van de kust, hoe groter de oeverzone en hoe groter de ecologische voordelen. Tegelijkertijd neemt de strijklengte van de luwte dan toe, waardoor de effectiviteit ten aanzien van golfremmende werking van de oeverdijk afneemt. De strijklengte is echter ook bij luwtestructuren die verder van de kust afliggen nog altijd vele malen korter dan de strijklengte van het gehele Markermeer, waardoor ook een oeverdijk op enige afstand van de kust een bijdrage levert aan de golfremmende werking.

##### **Reductie beroepsvisserij**

Wij bevelen aan middelen uit het TBES te reserveren voor reductie van de visserij met staande netten op het Markermeer.

Direct (door vermindering van bijvangst van watervogels in de netten) en indirect (via de visstand) heeft deze visserij invloed op de watervogels met Natura 2000-doelen. Investeren in een reductie van deze visserij kan worden gezien als een kosteneffectieve natuurmaatregel. Naar de wijze waarop deze reductie kan worden bereikt, dient nog nader te worden gekeken. Zie ook paragraaf 2.2.3. van het Optimalisatierapport, waar ook op de visserij in relatie tot het TBES wordt ingegaan.

#### **4.3. Kwantificering effecten op instandhoudingsdoelen**

Op basis van mogelijke inrichtingsschetsen voor luwtemaatregelen en de aanwezigheid van watervogels in referentiegebieden is het 'natuurrendement' van deze maatregelen ingeschat. Als referentiebron zijn watervogeltellingen gebruikt, die in de Gouwzee, het Veluwemeer en het Drontermeer zijn uitgevoerd. De maatregelen betreffen twee scenario's:

- aanleg van een ondiep luwtegebied van 1.850 ha, globaal de omvang van de huidige Gouwzee inclusief het ontstaan van luwte rond dit gebied met een oppervlakte van ca. 3.000 ha;
- aanleg van meerdere ondiepe luwtegebieden, met een gezamenlijke oppervlakte van twee maal de huidige Gouwzee (ca. 3.800 ha.) inclusief het ontstaan van luwte rond deze gebieden met een oppervlakte van ca. 9.000 ha.

Het uitgangspunt voor de inschatting van de natuurwinst is dat de bedekking aan waterplanten binnen de luwtestructuren sterk toeneemt, tot het niveau dat in de Gouwzee en de Veluwerandmeren aanwezig is. De luwtestructuren en de verondieping met zand zou tevens een toename van de mosselbiomassa moeten betekenen. Wij zijn hier uitgegaan van een mosselbiomassa, die in het Markermeer in de jaren negentig van de vorige eeuw aanwezig was. In de berekeningen is met betrekking tot de foerageerefficiëntie van duikeenden uitgegaan van huidige diepteverdeling van het Markermeer (dus zonder verondiepingen), hetgeen een conservatieve schatting is.

De scenarioberekening (tabel 4.2) laat zien dat de aanleg van één 'Gouwzee' plus verondieping niet voldoende lijkt om de instandhoudingsdoelen te halen. Het maximale scenario met meerdere luwtegebieden met een gezamenlijke grootte van twee 'Gouwzeeën' plus verondieping biedt wel dat perspectief. De draagkracht zou voor de meeste soorten het niveau dat vereist is ruimschoots overtreffen. Visetende en mosseletende watervogels kunnen sterk profiteren van de maatregelen. De Smient profiteert niet van de hier voorgestelde maatregelen, omdat de aantallen van deze graseter worden bepaald door de draagkracht binnendijs en het gedrag van de soort (indien meer Smienten binnendijs slapen neemt het belang van het Markermeer als slaappleaats af).

De scholen Spiering, die in het huidige Markermeer het stapelvoedsel vormden voor concentraties van Futen en Nonnetjes op het open water, komen met de voorgestelde maatregelen niet terug. In de luwtegebieden kan zich echter een ander visbestand ontwikkelen met een grotere diversiteit aan kleine vis (minder Brasem, meer Blankvoorn en Baars) en een beter doorzicht. Dat levert meer vis op, die beter vangbaar is. Beide viseters foerageren dan meer verspreid en kunnen een hogere dichtheid bereiken dan nu het geval is. De dichtheden in de randmeren laten dat zien.

In de scenarioberekening is uitgegaan van de oppervlaktes van de voorgestelde maatregelen. Het is echter mogelijk dat de aanleg van de eerste luwtestructuur ook meer luwte zal bieden aan het gebied tussen de luwtestructuur en de kust, met bijbehorende positieve gevolgen. De invloed van de voorgestelde maatregelen zal daardoor mogelijk groter zijn dan de scenarioberekening laat zien, waardoor het mogelijk is dat de aanleg van één Gouwzee

plus verondieping voldoende zal zijn. Ook dit pleit voor een gefaseerde aanleg, waarbij in elke fase de ontwikkelingen worden gevolgd.

**Tabel 4.2. Kwantificering van de natuurwinst van luwtemaatregelen.**

	ISD	aantal 2005- 2009	1 Gouwzee + verondieping		2 x Gouwzee + verondieping	
			aantal	% boven ISD	aantal	% boven ISD
graseters						
brandgans	160	539	0	237	0	237
grauwe gans	510	814	0	60	0	60
smient	15600	8864	0	-43	0	-43
waterplanteneters						
krakeend	90	141	189	267	379	478
krooneend	behoud	1	32	+	64	+
mosseleTERS						
brilduiker	170	87	57	-15	127	26
kuifeend	18800	16069	3.028	2	9085	34
tafeleend	3200	5224	2.653	146	5306	229
meerkoet	4500	4267	7.221	155	14442	316
topper	70	58	?	+	?	+
viseters						
lepelaar	2	6	0	200	0	200
nonnetje	80	63	25	10	51	42
fuut	170	158	78	39	156	85
aalscholver	2600	3475	5	34	10	34
grote zaagbek	40	50	23	84	47	142
zwarte stern	behoud	?	?	+	?	+
dwergmeeuw	behoud	?	?	+	?	+
planktoneters						
slobeend	20	48	0	140	0	140

#### **Toelichting**

Op basis van dichtheden in referentiegebieden en twee inrichtingsscenario's is het perspectief voor watervogels met instandhoudingsdoelen (ISD) geschat. De variatie in vogeldichtheden is zo groot dat rekening gehouden moet worden met een bandbreedte van gemiddeld ca. 50 %.

#### **Nadere kwalitatieve duiding van verwachte effecten**

De luwtemaatregelen verminderen opwerveling van slib binnen het luwtegebied, waardoor het doorzicht toeneemt. De ontwikkeling van kranswiervelden in de Gouwzee na aanleg van de dijk naar Marken hebben laten zien dat beperking van de strijklengte een sturende factor is in vestiging van kranswieren. Langs de Noord-Hollandse kust zijn fonteinkruiden over een grote oppervlakte aanwezig met een zeer lage bedekking. Recentelijk is de bedekking tijdelijk hoger geweest als gevolg van een groeiseizoen met relatief weinig wind. Hieruit blijkt dat de waterplantenbedekking niet stabiel is en dat windwerking een sturende rol speelt. De aanleg van luwtestructuren maakt een forse verhoging van de bedekking van fonteinkruiden mogelijk langs de kust.

Waterplantenetende watervogels, zoals Knobbelzwaan, Kleine zwaan, Krooneend en tafeleend kunnen profiteren van deze uitbreiding van kranswier- en fonteinkruidvelden.

Uit de ontwikkelingen in de Veluwerandmeren blijkt dat de omslag van een troebel naar een helder, waterplantenrijk systeem ook een verandering van de vissamenstelling met zich meebrengt: van Brasem gedomineerd naar Blankvoorn en Baars gedomineerd. Daarbij verandert het aanbod van verschillende grootteklassen: een groter aanbod aan relatief kleine vis komt beschikbaar, waar Fuut en Nonnetje van profiteren. Effecten van luwtewerking op het mosselbestand in het Markermeer zijn onzeker. Er zijn verschillende theorieën over de sleutelfactoren in het mosselbestand van het Markermeer, waarin de slibhuishouding en voedselbeschikbaarheid voor mosselen een hoofdrol spelen. Een opvatting is dat de driehoeksmosselen als gevolg van slib minder groeivermogen hebben. De recente vestiging van Quaggamosselen geeft aan dat deze soort mogelijk beter overweg kan met de slibconcentratie. Het lijkt er echter op dat deze soort slecht groeit in vergelijking met de situatie in het IJsselmeer. De aanleg van luwtewerking zal de slibbelasting verminderen en daardoor de omstandigheden voor mosselen stabiliseren en verbeteren, met positieve effecten op mosseletende watervogels als Kuifeend en Brilduiker.

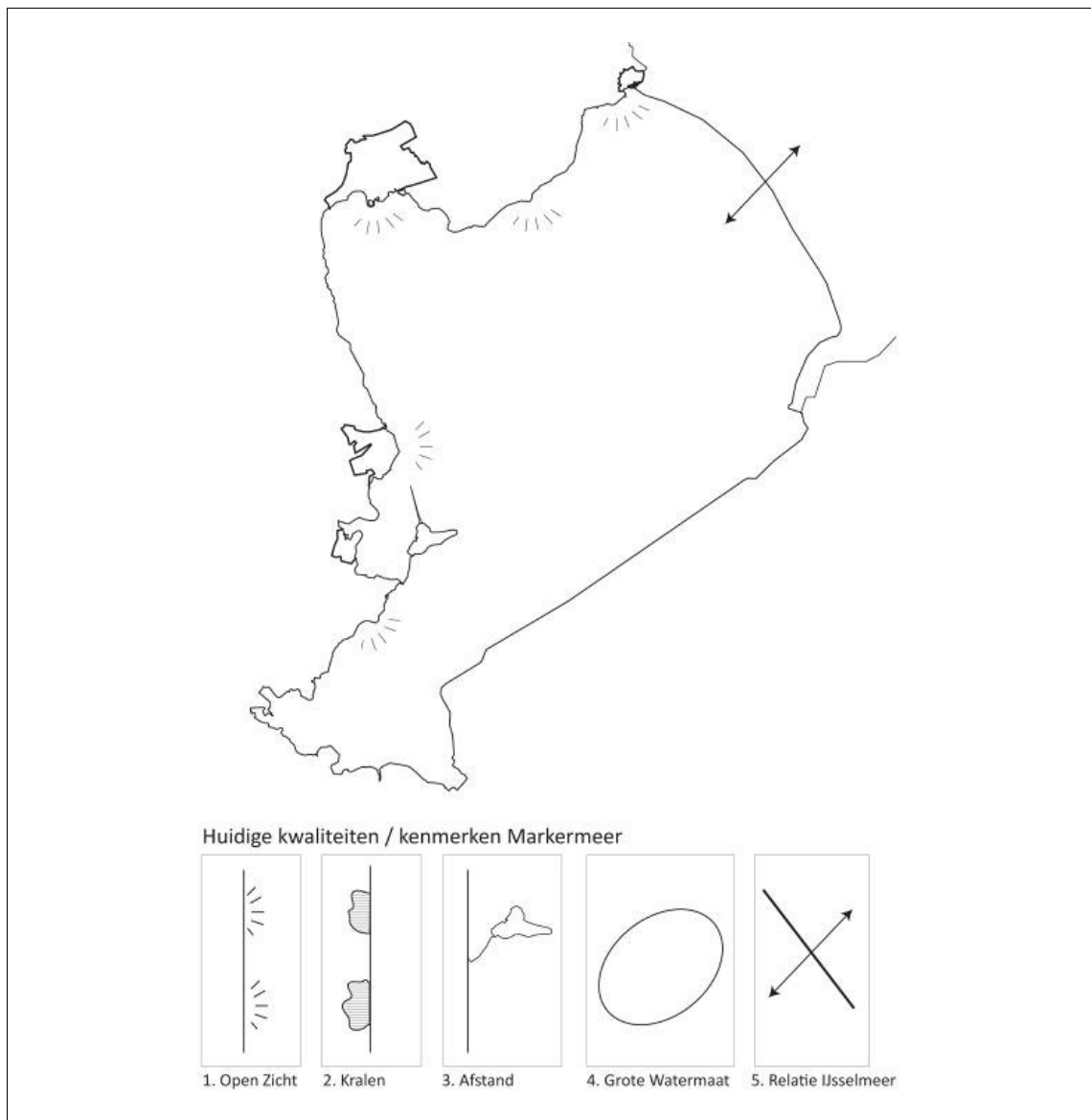
De Waterdienst heeft onderzoek uitgevoerd naar de aantallen van herbivore en benthivore watervogels in relatie tot voedselbeschikbaarheid (waterplanten en driehoeksmosselen) en waterpeil in het Veluwemeer. Deze relaties zijn statisch onderbouwd, neergelegd in rekenregels en gevalideerd door toepassing op het Wolderwijd (Noordhuis et al. 2001). Het aantal Knobbelzwanen, Krooneenden en Meerkoeten bleek statistisch aantoonbaar samen te hangen met de kranswierbedekking, het aantal Tafeleenden met een combinatie van kranswierbedekking en mosselbiomassa, en het aantal Kuifeenden en Brilduikers met de mosselbiomassa, rekening houdend met de diepteverdeling van het meer. Visetende watervogels zijn niet in deze studie opgenomen. Wel blijkt uit een analyse van ontwikkelingen in het IJsselmeergebied dat Nonnetje en Fuut in de Veluwerandmeren zijn toegenomen (in tegenstelling tot de aantallen in het IJsselmeer en Markermeer), in samenhang met veranderingen in de visstand (Noordhuis 2011). Dit resultaat van dit onderzoek biedt de onderbouwing voor de te verwachten effecten van het realiseren van een randmeer of Gouwzee-kwaliteit op watervogels.

#### **4.4. Effecten op het landschap**

De landschappelijke kwaliteiten van het huidige Markermeer zijn gebaseerd op de grote watermaat. De beleving van de ruimte, de ongerepte horizon en de 'tastbaarheid' van het weer in de kleur en dynamiek van water en lucht, leveren een altijd wisselend beeld op. Ook de kust heeft veel kwaliteit met de afwisseling tussen cultuurhistorische plaatsen en het open weidegebied met los liggende boerderijen achter de dijk.

Voor het landschap van het Markermeer zijn vijf kenmerken van belang:

1. de kust bestaat uit een dijk, vanaf waar er een open zicht is op het water;
2. de kernen liggen als losse 'kralen' aan de dijk, het gebied tussen de kernen is open;
3. de elementen in het Markermeer liggen op grote afstand van de dijk, zoals Marken;
4. het Markermeer bestaat uit een zeer grote watermaat, deze is voelbaar vanaf de kust;
5. een sterke ruimtelijke relatie met het IJsselmeer: de Houtribdijk bestaat uit een smalle dijk met open water aan weerszijden, waarbij het gevoel van grootschalig open water continu is.



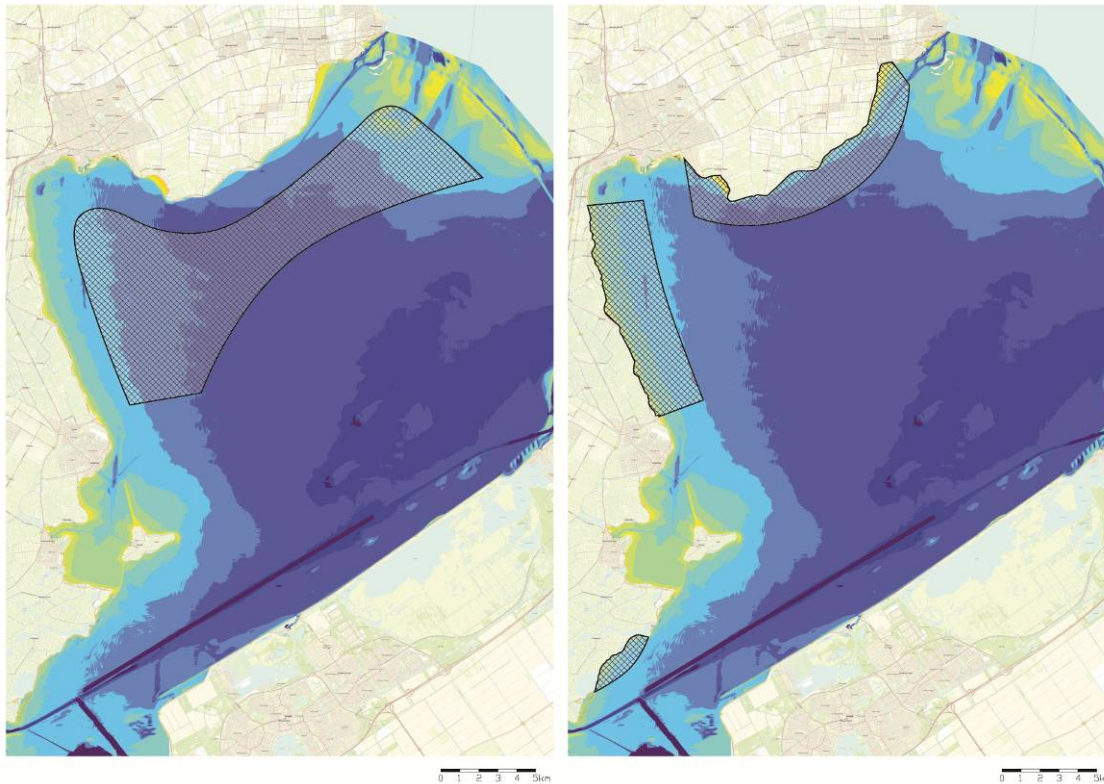
Om de landschappelijke kwaliteit van het Markermeer bij de toekomstige ecologische ontwikkelingen overeind te houden, is het belangrijk om met de positionering en uitstraling van deze ontwikkelingen rekening te houden met bovengenoemde punten.

Bij het aanleggen van luwtmaatregelen die in formaat vergelijkbaar zijn met de Gouwzee zijn er meerdere mogelijkheden. Zoals ook in paragraaf 4.2 is aangegeven, is er in principe een onderscheid te maken tussen een los liggende structuur verder van de kust of een structuur gekoppeld aan de dijk.

In beide gevallen is het van belang dat de structuur laag bij het water blijft, overwegend obstakelvrij is en op een zekere afstand van de kust ligt, zodat het de horizon en de voelbaarheid van de grote open watermaat zo min mogelijk verstoort. Daarbij is het wel van essentieel belang dat een losliggende structuur niet in het midden van het Markermeer komt te liggen waarbij de watermaat opgedeeld wordt in vergelijkbare delen: er dient altijd een grote aaneengesloten watermaat over te blijven. Daarnaast is het vanuit landschappelijk oogpunt ongewenst dat losliggende luwtstructuren aan elkaar worden gekoppeld.

Deze uitgangspunten vragen om een sterke ruimtelijke visie, die voorafgaand aan het realiseren van de eerste stap uit het stappenplan opgesteld wordt. Dit om te voorkomen dat het Markermeer gedurende de tijd en gedurende het toevoegen van steeds meer en andere elementen ruimtelijk versnipperd raakt. Op hoofdlijnen is vanuit landschappelijk oogpunt een aantal zoekgebieden aan te geven voor structuren gekoppeld aan de kust en losliggende structuren, rekening houdend met bovengenoemde aspecten. Deze zoekgebieden zijn te zien op onderstaande kaarten. Bij de uitwerking van de maatregelen in paragraaf 4.2 is met deze zoekgebieden rekening gehouden.

**Afbeelding 4.3. Zoekgebieden losliggende luwtestructuren (links) en luwtestructuren gekoppeld aan de kust (rechts)**



De zichtbaarheid vanaf de kust van de voorgestelde maatregelen is zeer beperkt. Het enige dat zichtbaar is, is een lage dijk die zo ver weg ligt dat deze niet opvalt. Indien er ondieptes gerealiseerd worden, kunnen er riet of andere emerse waterplanten gaan groeien. Dit is iets hoger dan de dijk, maar ook hiervoor geldt dat de afstand zodanig groot is dat het niet op zal vallen. Indien het wel zichtbaar is, wordt dit als iets natuurlijk ervaren.



**Afbeelding 4.4. Zicht op de luwtestructuur op afstand van de kust**



Vanaf het water is de zichtbaarheid groter, naarmate men dichterbij de structuren komt van de structuren. Wat men zal zien is een lage dijk met een flauwe en een steile kant en wellicht in een later stadium riet en waterplanten.

**Afbeelding 4.5. Vogelvlucht sferbeeld van een luwtestructuur op afstand van de kust: de eerste stap zoals beschreven in paragraaf 4.2**



**Afbeelding 4.6. Vogelvlucht sferbeeld van een luwtestructuur met ondieptes: de tweede stap zoals beschreven in paragraaf 4.2**



#### **4.5. Effecten op recreatie**

De effecten op de recreatie zijn onder te verdelen in effecten van een losliggende structuur en een structuur die aan de kust gekoppeld is.

Bij een losliggende structuur zijn er vrijwel geen effecten op de recreatie te verwachten. Er worden meer vogels nabij de luwtestructuur verwacht, maar de zichtbaarheid daarvan zal niet zodanig groot zijn dat het voor een grote groep recreanten een meerwaarde biedt. Een kleine aanlegsteiger met bijvoorbeeld een vogelkijkpunt op de luwtestructuur biedt een meerwaarde voor een klein aantal geïnteresseerden. Vanaf de kust zal de recreatieve meerwaarde nihil zijn.

Indien gekozen wordt voor koppeling van de structuur aan de kust, dan zijn zowel het effect op de recreatie als de kansen voor recreatieve meerwaarde groter. Het effect is groter omdat de structuren die de verbinding vormen met de kust nadrukkelijk aanwezig zijn, in tegenstelling tot de losliggende structuren. Daarom is het van belang dat de aan de kust gekoppelde structuur een recreatieve meerwaarde biedt. Dat kan door er een voetpad op te realiseren, zodat men tussen het luwe en ruwe water loopt en er een fraai zicht ontstaat op enerzijds het open water van het Markermeer en anderzijds op het ecologisch rijke luwe open water met op de achtergrond de afwisselende kust. De toegenomen hoeveelheid en soortenrijkdom van de vogels zal beter beleefbaar zijn dan in de losliggende structuur, omdat de luwte tussen het voetpad en de kust in ligt en dus dichterbij is. De entrees van de structuur kunnen bij de cultuurhistorische plaatsen gepositioneerd worden, om de recreatieve meerwaarde te versterken.



Vanaf het water kan er op diverse plaatsen een kleine aanlegsteiger gerealiseerd worden, om de structuur ook vanaf het water toegankelijk te maken.

#### 4.6. Kosten

In tabel 4.3 zijn de kosten weergegeven voor het realiseren van de luwtestructuren conform de stappen zoals geschetst in afbeelding 4.1. Deze stappen betreffen gezamenlijk dus het maximaal geschetste scenario, waarbij de instandhoudingsdoelen ruim worden gerealiseerd. Daaronder is de tabel met maatregelen en kosten van het PRA weergegeven.

**Tabel 4.3. Kosten aanleg luwtestructuren en verondiepen binnen deze luwtestructuren**

Fasering	maatregel	kosten (miljoen euro's)
Fase 1	aanleg eerste luwtestructuur	66
Fase 2	verondiepen binnen eerste luwtestructuur	208
Fase 3	aanleg tweede en derde luwtestructuur	68
Fase 4	verondiepen binnen tweede en derde luwtestructuur	220
	<b>Totaal</b>	<b>562</b>

**Tabel 4.4. Maatregelen en kosten van het Publiek Referentie Alternatief (PRA) (links) ten opzichte van het TBES in 2008 (rechts). Bron: Optimalisatie rapport WMIJ**

Geoptimaliseerd (2011)			Basis (2008)	
Totaal (prijsspeil 2011, € mln)		<b>631</b>		<b>1080</b>
maatregel	omvang	€ mln	omvang	€ mln
<i>Grootschalig moeras</i>	ca. 4500 ha	518	ca. 4500	555
<i>Luwtemaatregelen</i>	geen strekdam	0	2x3 km strekdam	6
	12 km golfbrekers	17	16 km golfbrekers	21
<i>Diepe putten</i>	geen extra putten	0	7 putten	125
<i>Vooroever</i>	300 ha	60	1000 ha	188
<i>Lepelaarplassen</i>				
<i>Binnendijkse natuur</i>	geen extra ha	0	1000 ha extra	94
<i>Vispassages</i>	KRW	1	KRW	1
<i>Recreatief medegebruik</i>	vaardoeven/stranden	23	vaardoeven/stranden	23
<i>Monitoring en onvoorzien</i>	systematisch	12	geen	0
Totaal (prijsspeil 2008)		<b>583</b>		<b>1013</b>
Prijscorrectie 2008-2011	6,6% over kosten	±48		±67
Uitvoeringstermijn ca. 40 jaar = € 15 miljoen per jaar				

De maatregelen grootschalig moeras, luwtemaatregelen, vooroever lepelaarplassen en vispassage uit het PRA kunnen vervallen. Het ontstaan van diepe putten als slibvang jui-chen wij toe, maar we staan achter de stellingname in het PRA om dit aan de markt over te laten en er geen extra geld voor te reserveren. In ons TBES leidt de verondieping binnen de luwtestructuren ook tot het ontstaan van slibvangcapaciteit. Daarnaast is er de moge-lijkheid door aanleg van een poldermoeras veel slib te bergen (zie bijlage I).

Wij kunnen ons voorstellen dat de opgevoerde kosten voor recreatief medegebruik (hoewel niet door ons uitgewerkt) en monitoring en onvoorzien uit het huidige PRA kunnen worden overgenomen. Dit betekent dat, inclusief de doorgevoerde correctie naar prijspeil 2011, 37 miljoen euro bij de maatregelen uit tabel 4.3 moet worden opgeteld.

Afhankelijk van de ecologische ontwikkelingen en het aantal luwtestructuren dat nodig zal blijken variëren de geraamde kosten van ons TBES derhalve van 311 miljoen (één luwtestructuur+verondieping nodig, dus 66+208+37 miljoen euro) tot maximaal 599 miljoen (drie luwtestructuren+verondieping nodig, dus 562+37 miljoen euro). De besparing ten opzichte van het PRA varieert derhalve van 32 miljoen tot 320 miljoen.

## **BIJLAGE I    ONTWIKKELING VAN EEN POLDERMOERAS**



## 1. WAAROM EEN POLDERMOERAS?

In het huidige TBES is de aanleg van een oermoeras bij de Houtribdijk opgenomen. Het oermoeras wordt op het huidige waterpeil en bij min of meer het huidige peilbeheer gerealiseerd door het opspuiten en vervolgens insluiten van slib en klei. Moerasontwikkeling kan echter ook plaatsvinden door het inpolderen van een deel van het Markermeer. In dit stuk motiveren wij waarom een poldermoeras een goed alternatief voor het oermoeras kan zijn.

De aanleg van een poldermoeras draagt net als de aanleg van een eventueel oermoeras, niet direct bij aan het halen van Natura 2000 doelstellingen. Wel kan een dergelijk poldermoeras hogere natuurwaarden opleveren dan een oermoeras. Het is goed mogelijk om in een dergelijk moeras veenvorming op te laten treden. Een dergelijke veenvorming lijkt een vreemd element in het huidige Markermeer, maar heeft in het verleden op grote schaal plaatsgevonden in onze kustmoerassen. Ook in het Markermeer bestaat de bodem lokaal uit dikke veenpakketten. En langs de oevers van het Markermeer treedt heel lokaal veenvorming op in de vorm van veenmosrietland ([http://www/minInv.nl/natura2000](http://www.minInv.nl/natura2000)). De aanleg van een poldermoeras heeft vanuit diverse gezichtspunten grote voordelen en veel van deze voordelen kunnen hier worden gecombineerd:

- natuurwaarden: actief hoogveen en laagveen zijn beide sterk bedreigde biotopen in ons land. Op de meeste plekken is herstel vrijwel onmogelijk door de randvoorwaarden van menselijk gebruik (waterbeheersing, bebouwing, waterpeilregulatie, agrarisch gebruik, vervuild grondwater e.d.). In het Markermeer is de uitgangssituatie relatief gunstig;
- koolstofopslag: de veenvorming levert een bijdrage aan de compensatie van onze koolstofuitstoot. Op 1 hectare wordt bij een drooglegging van 4 meter en vervolgens 4 meter veenopbouw uiteindelijk ruwweg 4000 ton droge stof vastgelegd, die ongeveer voor de helft uit koolstof bestaat. Hiermee wordt dus ook minstens 4000 ton kooldioxide vastgelegd;
- slibopslag: voordat veenvorming optreedt kan de polder ook gebruikt worden om slib uit het Markermeer op te slaan. Opslag van de complete slibvoorraad van het Markermeer zou kunnen worden gevolgd door veenvorming in een polder ter grootte van het oermoeras;
- omgaan met zeespiegelrijzing: op lange termijn is zeespiegelrijzing mogelijk een groot probleem voor laag Nederland. Het poldermoeras biedt de gelegenheid om een methode te ontwikkelen om hiermee om te gaan; namelijk het mee laten rijzen van het land. Grootschalige veenvorming treedt vrijwel nergens in Nederland meer op. Daarentegen treedt er wel op grote schaal veenafbraak (veenoxidatie) op. Net als in het verleden gebeurd is, kan een fase van veenopbouw en hoge natuurwaarden gevolgd worden door een fase van agrarisch gebruik en veenafbraak. In tijd en ruimte kunnen beide vormen van landgebruik dan duurzaam naast elkaar bestaan.

De mogelijkheden voor veenvorming en slibopslag worden in het navolgende verder uitgewerkt. Veel van de mogelijke ontwikkelingen zijn ook al verkend in andere studies, bijvoorbeeld voor de polder Groot Mijdrecht (Witteveen+Bos, 2006).

## 2. AANLEG EN ONTWIKKELING POLDERMOERAS

### 2.1. Voorwaarden voor veenontwikkeling

Er is sprake van veenvorming wanneer de snelheid waarmee organisch materiaal gevormd wordt de afbraaksnelheid overtreft. Veenvorming is dus optimaal wanneer veenvormende plantensoorten goed kunnen groeien en de gevormde biomassa slecht afbreekt. Veenafbraak wordt geremd door natte omstandigheden (zuurstofgebrek) en doordat dit water voedselarm, zuur en sulfaatarm is.

De Markermeerbodem is echter kalk-, voedsel- en sulfaatrijk, wat ook blijkt uit de voor deze studie verrichte metingen. Bij aanvoer van kwelwater uit een dergelijke bodem zal eerder veenafbraak optreden. Veenvorming is dan alleen te bereiken door aanleg van een regenwater gedomineerd systeem: een regenwaterlens met een stabiele waterstand liggend op het grondwatersysteem van het Markermeer. Veen zal dan in eerste instantie vooral worden gevormd als riet- en/of zeggeveen. Naarmate de invloed van regenwater groter wordt kan het aandeel van veenmosveen toenemen.

## 2.2. Aanleg en fasering

De aanleg start met het aanleggen van een polder waarin het waterpeil kan worden beheerst. Na het aanleggen van de polder zal de bodem voedselrijk, kalkrijk en in enige mate zwavelhoudend zijn, factoren die de afbraak van organisch materiaal stimuleren. Via een aantal fasen kan de bodem vervolgens geschikt gemaakt worden voor veenvorming. Al na een tiental jaren zullen hoge natuurwaarden ontwikkelen.

### Aanleg

Er wordt een ringvormige dijk aangelegd van lokaal op te graven klei. Er wordt een gemaal aangelegd en de polder wordt leeggemaal. Aan de binnenkant van de dijk wordt een ringvormige laagte of brede ringgeul aangelegd, die het mogelijk maakt om het waterpeil in de polder te beheersen. De laagte heeft een zeer flauw talud aan de buitenzijde (bijvoorbeeld 1:20) en een steiler talud aan de binnenzijde. Aan de binnenzijde van de laagte wordt een wal aangelegd van ongeveer 1 meter hoogte, zodat in het midden een cirkelvormige vlakte ontstaat die door de wal omsloten wordt. Met het wateroverschot uit dit middendeel, worden voortdurend voedingsstoffen, opgeloste kalk en sulfaat afgevoerd, waardoor de afbraak van organisch materiaal sterk zal verminderen. Aan de buitenranden en onderin de laagte zal kwel optreden van water uit het Markermeer. De kwelgevoede plekken zullen een sterk afwijkende, maar mogelijk zeer waardevolle vegetatie ontwikkelen.

### Fase 1: Voorbehandeling kleilaag via uitdroging

Na aanleg van de ringdijk en de binnendijkse, geulvormige laagte kan via hydrologische ingrepen de samenstelling van de klei gunstig worden beïnvloed. Het peil in de ringgeul kan 1-3 jaar periodiek erg laag worden gehouden. De bovenste decimeters van de zwavelrijke en ammoniumrijke kleilaag in de polder zullen dan opdrogen en doorlucht raken. Hierdoor zal zwavel (dat als pyriet aanwezig is) en ammonium kunnen oxideren waarbij zuur gevormd wordt en een deel van de kalk in de bodem oplost (Lucassen e.a., 2005). Zowel het zwavel, nitraat als de kalk lossen dan op in water (als sulfaat, respectievelijk nitraat en bicarbonaat) en dit water kan worden afgevoerd naar het Markermeer via de ringgeul. Aanvoer van kalkrijk kwelwater kan grotendeels worden voorkomen doordat eventuele kwel wordt afgevangen in de ringsloot.

De klei in de bodem van het Markermeer bevat ongeveer 1 mol calcium en magnesium per kilo bodem en ongeveer 0,28 mol zwavel en een onbekende hoeveelheid ammonium. Een ruwe schatting is dat door deze voorbehandeling het grootste deel van de zwavel- en ammoniumvoorraad kan worden afgevoerd en ongeveer een kwart van de kalkvoorraad. Waarschijnlijk is het op deze manier niet nodig om de kleilaag nog met zand af te dekken.

### Fase 2: Groei rietruigte (incl. fase 1: 10-15 jaar)

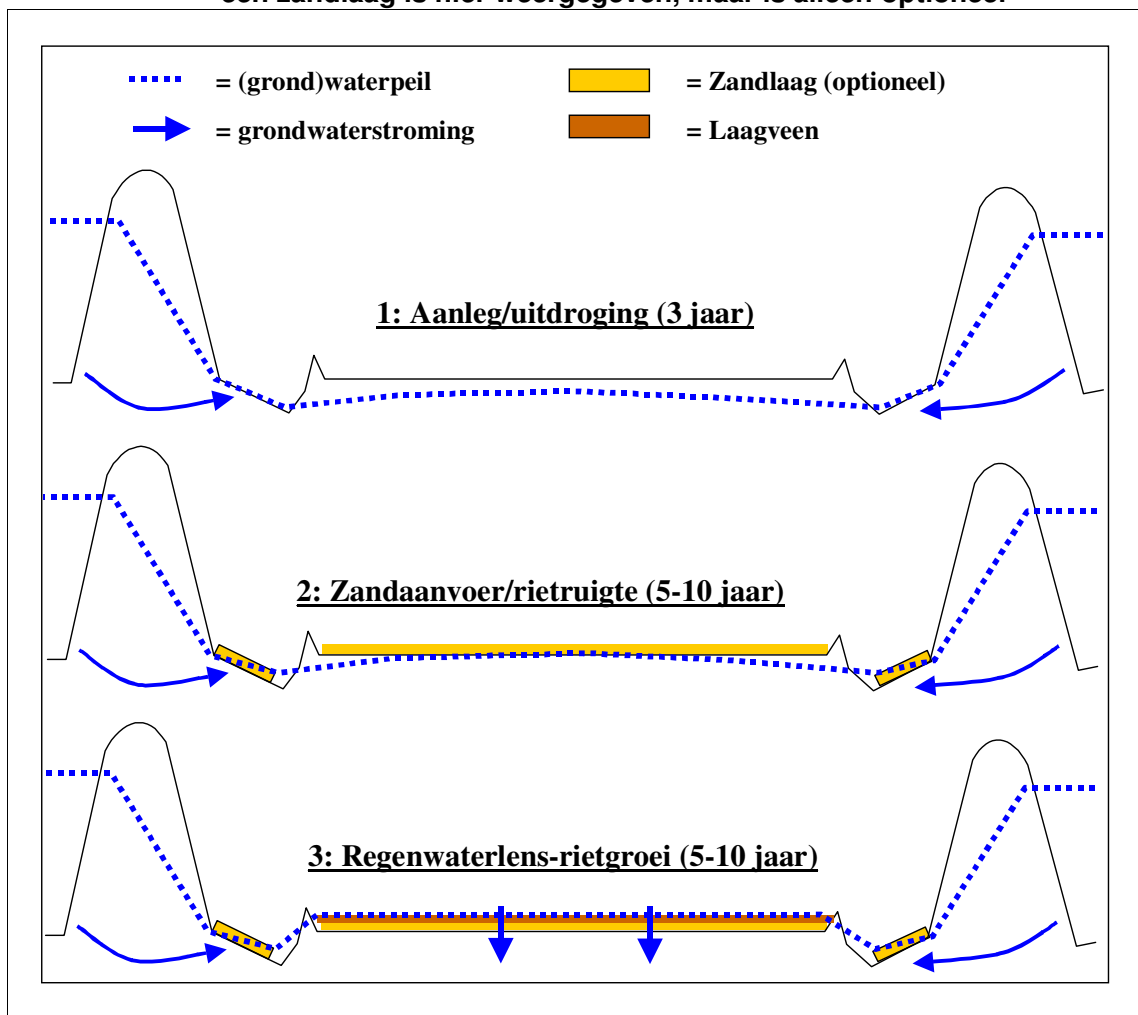
Tijdens of na fase 1 zal er riet worden ingezaaid. De rietwortels helpen mee de bodem te doorluchten en bespoedigen zodoende de afvoer van zwavel, stikstof en kalk. Na enkele jaren kan de waterstand worden opgetrokken tot even boven het maaiveld in de winter; in de zomer kan het water tot enkele decimeters onder het maaiveld wegzakken. Een dergelijk natuurlijk waterpeil is bevorderlijk voor moerasvegetatie.

Er ontstaat dan een ruige vegetatie van grote helofyten, met bijvoorbeeld riet, lisdodden en grote zeggen. Na een tiental jaren ontstaat een dikke wortelmat en hoopt strooisel zich op tussen het riet. Onder andere in plan Roerdomp zijn positieve ervaringen opgedaan met rietontwikkeling in relatief droge omstandigheden, afgewisseld met nattere perioden (van Eerden & Kluit, 2009).

### Fase 3: Afdekken rietruigte met regenwaterlens (5-15 jaar)

Zodra er een voldoende dikke laag wortels en strooisel is ontstaan, kan de waterstand langzaam worden opgezet in de loop van enkele jaren zodat er langdurig enkele centimeters tot decimeters water op het maaiveld staat. Het peil in de ringgeul blijft laag, waardoor er geen kwel optreedt in het midden en inzijgend regenwater domineert. Door de neerwaartse waterbeweging en het neerslagoverschot, zal het oppervlaktewater kalkarm worden, waardoor het proces van veenvorming kan gaan versnellen. Ook worden met het neerslagoverschot nog voortdurend voedingsstoffen, kalk en zwavel afgevoerd uit het systeem.

**Afbeelding I.1. Gefaseerde ontwikkeling van een poldermoeras: beginfasen waarin een door regenwater gedomineerd, kalkarm en zwavelarm laagveensysteem wordt gevormd. Weergegeven is een schematische dwarsdoorsnede door een cirkelvormig poldermoeras. Het aanbrengen van een zandlaag is hier weergegeven, maar is alleen optioneel**



**Fase 4: Laagveenvorming (10-50 jaar)**

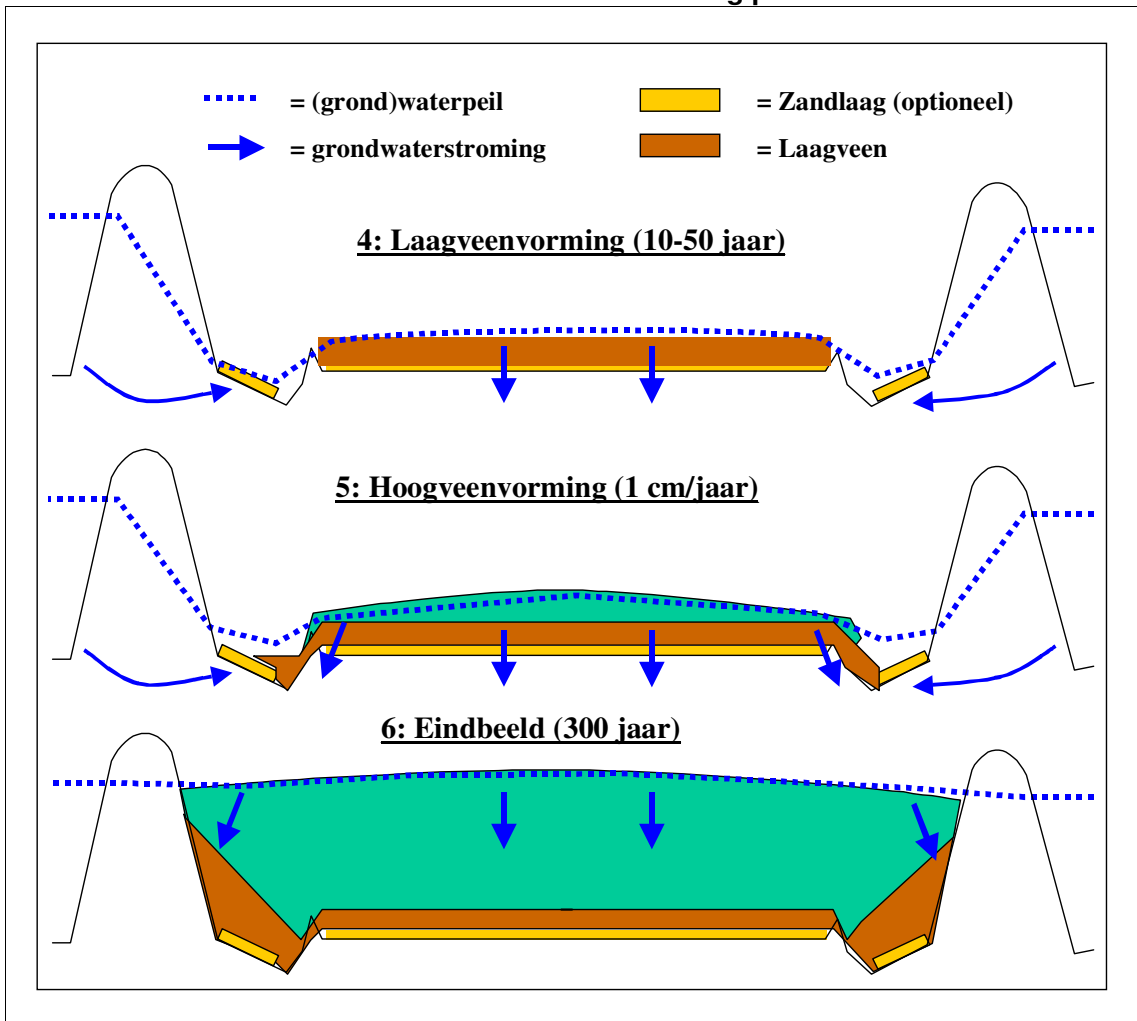
In de plas-dras situatie gaan naast riet andere veenvormende plantensoorten optreden, zoals holpijp, waterdrieblad, wateraardbei en allerlei zeggensoorten. In de zomer zal de waterstand enkele decimeters zakken als gevolg van verdamping. Naarmate de veenlaag dikker wordt zal de bovenste waterlaag verder ontkalken en ook gaan verzuren. In deze fase wordt de veenlaag sneller dikker, stijgt de waterstand en kan er steeds minder kwel optreden. De ringgeul zal geleidelijk zijn functie verliezen, een proces wat doorgaat in de volgende fase eindigt met het dichtgroeien van de ringgeul.

**Fase 5: Hoogveenvorming (100-200 jaar)**

Zodra het water volledig ontkalkt is, kunnen veenmossen zich gaan vestigen en de veenvorming overnemen. Wanneer er een gesloten veenmosdek ontstaat, wordt neerslagwater zeer efficiënt vastgehouden (sponswerking) en kan de veenlaag verder aangroeien tot iets boven het peil van het Markermeer (wat tegen die tijd mogelijk ook hoger is i.v.m. zeespiegelrijzing). Het is moeilijk te voorspellen of er in deze fase nog ingrepen nodig zijn om de afvoer van het neerslagoverschot mogelijk te maken. De invloed van kwelwater uit het Markermeer zal kleiner worden naarmate het peil in het poldermoeras hoger wordt. Een randzone met laagveen zal dus langzamerhand steeds kleiner worden. Het hoogveen zal weinig klimaatgevoelig zijn, juist omdat de hydrologie goed gestuurd kan worden.



**Afbeelding I.2. Gefaseerde ontwikkeling van een poldermoeras: vervolgfases waarin aanvankelijk laagveenvorming domineert en vervolgens hoogveenvorming. Daar waar kwelinvloed aanwezig blijft aan de rand, zal laagveenvorming plaatsvinden. Weergegeven is een schematische dwarsdoorsnede door een cirkelvormig poldermoeras**



### Bedreigingen voor veenvormende natuur

In moerasvegetaties kan bosopslag plaatsvinden, waardoor veel van de natuurwaarde van moeras verloren kan gaan. In de Oostvaardersplassen en de Lepelaarsplassen zijn grote delen dichtgegroeid met wilgenopslag. Ook op plaatsen waar klei of slib is opgebracht tot op of boven het waterniveau vindt doorgaans veel opslag van wilg plaats. In een poldermoeras zal er alleen bosopslag plaatsvinden in de eerste jaren na drooglegging, wanneer de waterstand laag is. Na het opzetten van het waterpeil zal deze bosopslag weer verdrinken. Wel is er bosopslag mogelijk op de ringdijk en op de wal aan de binnenrand van de ringgeul.

Een tweede mogelijke bedreiging voor veenvormende vegetaties kunnen grote aantallen grazende ganzen zijn. In de Oostvaardersplassen houden deze de rietontwikkeling tegen. Een belangrijk verschil met de Oostvaardersplassen is echter dat het poldermoeras vele kilometers van weidegronden af zal liggen. De hoeveelheid geschikt voedsel is dan gering, waardoor de dichtheid aan ganzen relatief laag zal blijven (van Eerden & Kluit, 2009).

Het kwelwater uit het Markermeer stroomt door een kleilaag die rijk is aan chloride, sulfaat, fosfaat en ijzer. In aquatische milieus leidt dit veelal tot een flinke nutriëntenbelasting, zoals geconstateerd is door kwel beïnvloede delen van de Lepelaarsplassen en Oostvaardersplassen (Bouwhuis e.a., 2009, van der Fluit e.a., 2009). Het water in de ringgeul kan daarom van matige kwaliteit worden en inzetten op waardevolle aquatische natuur lijkt risicovol. Terrestrische delen die door het kwelwater worden beïnvloed zullen zich naar verwachting veel beter ontwikkelen, omdat het eveneens meekomende ijzer zowel zwavel als fosfaat kan binden. Een nadere vergelijking met de situatie in de Lepelaarsplassen en Oostvaardersplassen is zinvol, maar past niet binnen het kader van deze visie.

Tenslotte kan lokaal vermessing plaatsvinden door kolonievogels zoals aalscholvers en reigerachtigen. Dit hoeft de veenvorming echter niet in de weg te staan.

### **2.3. Optie: veenontwikkeling combineren met slibopslag**

Een variant op de geschetste ontwikkeling kan zijn om het moeras eerst voor een groot deel op te vullen met slib uit het Markermeer. Dit kan gebeuren door het middendeel laagje voor laagje op te spuiten met slib. Door de ontwatering aan de randen kan elk sliblaagje uitdrogen en inklinken. Na inklinken kan het volgende laagje worden aangebracht. Het slib heeft nagenoeg dezelfde samenstelling als de kleibodem. Na uitdrogen zal deze zich dan ook het zelfde gedragen. Wel is het slib gemiddeld wat kalkrijker.

Het slib in het Markermeer bestaat voor slechts een achtste uit vaste stof, na inklinken zal dit ongeveer vijf achtste zijn. Voor volledige opslag van alle slib uit het Markermeer (100 miljoen kuub), zou dus opslag van 20 miljoen kuub ingeklonken slib nodig zijn. Bij een laagdikte van bijvoorbeeld 2 meter zou dit een moeras van 10 vierkante kilometer (1000 ha) vragen. Wanneer een dergelijk moeras aan de Houtribdijk wordt aangelegd, kan flink bespaard worden op de aan te leggen dijk lengte. Het is op deze manier mogelijk om op een betaalbare manier het slibprobleem in het Markermeer op te lossen en vervolgens hoogwaardige moerasnatuur te ontwikkelen door veenvorming.

## **3. TE VERWACHTEN RESULTATEN**

### **3.1. Te verwachten natuurtypen & waterkwaliteit**

De geschetste ontwikkeling biedt zowel in de ruimte als in de tijd een grote afwisseling aan bijzondere biotopen.

In fase 1 is het centrale deel drooggelegd en zal zich hier vooral een pioniervegetatie ontwikkelen van drooggevallen kleibodems. Dit zal bestaan uit een mengsel van ruigtekruiden en pionierplanten, vooral soorten die zich via zaadpluis of watervogels verspreiden. Denk hierbij aan soorten als guldenroedes, basterdwederikken, lisdoddes, klein hoefblad, straatgras, klavers, tandzaden, duizendknopen e.d. In de ringgeul zal ondiep, kalkrijk en tamelijk voedselrijk water aanwezig zijn, met onder andere smalbladige fonteinkruiden en mogelijk moerasandijvie, met aan de randen plas/dras situaties.

In fase 2 en 3 zullen in het centrum bij een wat hogere waterstand vooral de overblijvende soorten van natte ruigten zich uitbreiden: riet, lisdodden, kattenstaart, grote zeggen e.d. Aan de buitenrand van de ringgeul kan zich geleidelijk een kwelafhankelijke vegetatie ontwikkelen, indien de kenmerkende soorten deze plek weten te bereiken. Dit zijn soorten als scherpe zegge, oeverzegge, bosbies, moerasspirea en echte koekoeksbloem.

In fase 4 ontwikkelt zich in het centrum een gelaagdheid in waterkwaliteit. In de ondergrond bevindt zich kalkrijk, sulfaatrijk, ijzerrijk en tamelijk voedselrijk water. Boven de organische laag is dit water sterk verdund met regenwater. In deze situatie kunnen karakteristieke laagveenvegetaties ontstaan. Dit zijn in eerste instantie wat grovere gewassen, zoals holpijp, grote wederik en wateraardbei. Naarmate de voedselrijkere ondergrond met een steeds dikkere, organische laag wordt afgedekt, zal de vegetatie lager worden. In een plasdras situatie zijn dit goede omstandigheden voor bijvoorbeeld blaasjeskruiden en egelskoppen. Boven het wateroppervlak is de vestiging van de eerste veenmossen mogelijk, zoals gewimperd, hakig en gewoon veenmos. Het water met een sterke regenwatercomponent zal in toenemende over de organische laag worden afgevoerd, waardoor in de contactzone met de ringvormige laagte mogelijkheden ontstaan voor ontwikkeling van gradiënten van matig gebufferd veenwater naar sterk gebufferd Markermeer-achtig water.

In fase 5 gaan de veenmossen zich vanuit het centrum en vanaf de iets hoger gelegen delen uitbreiden. Er ontstaat een mozaïek van laagveenvegetaties met daarin eilanden van vegetaties van veenmosrietlanden. Naarmate de veenmoslaag dikker wordt, ontwikkelt zich moerasheide en tenslotte hoogveen. De gradiënten aan de randen van de ringgeul zullen sterker en soortenrijker worden naarmate het afgevoerde water zuurder en voedselarmer wordt. Aan de buitenrand van de ringgeul kunnen de kwelgevoede vegetaties zich juist goed ontwikkelen. Deze gradiënten kunnen bijvoorbeeld rijk zijn aan orchideeën, zoals rietorchis, vleeskleurige orchis en groenknolorchis.

In fase 6 zijn de veenmoseilanden in het centrum uitgegroeid tot een vlakdekkend veenmostapijt en zijn de veenmossen van het overgangsveen vervangen door echte hoogveensoorten als hoogveenveenmos, wrattig veenmos en rood veenmos. Lokaal zullen door de vermestende invloed van watervogels ook door riet of pitrus gedomineerde vegetaties aanwezig zijn. Naarmate de waterstand verder wordt opgetrokken zal ook de ringgeul langzaam dichtgroeien met veenvormende vegetaties. Nog heel lang zullen hier zeer bijzondere gradiënten aanwezig blijven.

In het poldermoeras kan zich dus een groot deel van de natuurwaarden ontwikkelen zoals deze ook in laagveengebieden als de Weerribben en hoogveengebieden zoals het Bargerveen aanwezig zijn. Doordat de hydrologie en waterkwaliteit kan worden gestuurd, is de uitgangssituatie in potentie zelfs gunstiger.

### **3.2. Recreatie**

Het te ontwikkelen poldermoeras is geschikt voor kleinschalige recreatie zoals wandelen, fietsen, vogels kijken of een vaarroute. Recreatie langs de randen kan de overlast van ganzen helpen beperken.

### **3.3. Mogelijke locaties poldermoeras**

Een poldermoeras kan in principe op elke locatie in het Markermeer worden aangelegd. Een mogelijke locatie is in de oksel van de Houtribdijk, omdat de benodigde hoeveelheid dijk lengte dan sterk wordt beperkt. Aanleg direct grenzend aan Flevoland ligt minder voor de hand, omdat hier een vaargeul gelegen is, het water het diepst en meest rijk aan slib is en omdat de gazedruk hier naar verwachting hoog is. Indien een combinatie met slibopslag wordt gemaakt, ligt een locatie voor de hand nabij een plaats waar zich veel slib verzamelt. Ook dan lijkt de oksel van de Houtribdijk een goede locatie.

### 3.4. Combinatiemogelijkheden met luwtestructuren

Combinatie van een poldermoeras heeft enkele belangrijke voordelen. Ten eerste kan een ringdijk tevens fungeren als luwtestructuur. De benodigde lengte aan luwtestructuren wordt zo een stuk kleiner. Waarschijnlijk kan zelfs worden volstaan met het aanleggen van één of enkele dammen dwars op de ringdijk, aan de luwe kant van het poldermoeras.

Ten tweede kan het water dat uitgeslagen wordt uit de polder zorgen voor een gradiënt in waterkwaliteit indien het water terecht komt in een relatief klein en relatief geïsoleerd vak. Zeker naarmate de tijd vordert wordt het uitgeslagen water minder gebufferd en voedsel- armer. Een afwijkende waterkwaliteit zal de robuustheid van het Markermeer bevorderen, omdat een dergelijk deelsysteem anders zal reageren op allerlei gebeurtenissen.

Ook de recreatie kan profiteren van de combi poldermoeras/luwtestructuren. Op de ringdijk, bijvoorbeeld bij het gemaal, kunnen recreatieve voorzieningen worden aangelegd. Bijvoorbeeld een aanlegsteiger, haventje of restaurant. Vanuit daar kunnen wandelroutes langs de ringdijk en de luwtestructuren worden aangelegd.

## 4. LITERATUUR

Bouwhuis, H., Deiman, E., Hokken, M., Meijerinck, J. & Maasdam, R. (2009). Achtergrond- document KRW IJsselmeerpolders. Waterschap Zuiderzeeland.

Eerden, M. van. & R. Kluit (2009). Moerasontwikkeling op voedselrijke gronden. Verslag veldwerkplaats OBN Laagveen- en Zeekleilandschap.

Eerden, M. van (1997). Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65, Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Fluit, N. van der, Torenbeek, R. & Leerdam, A. van (2009). Basisgegevens van de analyse van 51 natuurgebieden. Basisrapport bij: Watercondities voor beschermde natuurgebieden in de ontwerp-waterplannen 2010-2015. In opdracht van Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en de Provinciale landschappen.

Leeuw, J. de (1997). Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land 61, Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (2005). Effects of temporary dessication on the mobility of phosphorus and metals in sulphur-rich fens: differential responses of sediments and consequences for water table management. *Wetlands Ecology and Management* 13: 135-148.

Mitchell, J.S., R.C. Bailey & R.W. Knapton (2000). Effects of predation by fish and wintering ducks on dreissenid mussels at Nanticoke, Lake Erie. *Ecoscience* 7: 398-409.

Noordhuis, R., D. van de Molen & M. van den Berg (2001). WAVOMIJ; Watervogels in de randmeren. aantallen van herbivoren en benthivoren in relatie tot voedselbeschikbaarheid en waterpeil. Ministerie van Verkeer en Waterstaat RIZA, Lelystad.

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

Witteveen+Bos (2006). Functiecombinatie Natuur en Water Groot Mijdrecht-Noord. In opdracht van Provincie Utrecht & Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht.