

Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst

Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011



Wot
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu **werkdocumenten**

E.K.M. Kuijs & J. Steenbergen

Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

Werkdocument 259

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, september 2011

Referaat

Kuijs E.K.M. & J. Steenbergen, 2011. *Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 259. 62 blz. 4 fig.; 2 tab.; 41 ref.; 4 bijl.

Deze natuurverkenning voor de zoet-zoutovergangen in Nederland is onderdeel van de Natuurverkenning 2011, en heeft tot doel beleidsmakers een beeld te geven van de verschillende denkrichtingen waarmee ze beleid op kunnen stellen over hoe in de toekomst met zoet-zoutovergangen om te gaan. Er is uitgegaan van de huidige situatie, en van de problemen en kansen die in deze estuariene gebieden aanwezig zijn. Dit heeft geresulteerd in vier uitgewerkte kijkrichtingen, (vitale natuur, functionele natuur, beleefbare natuur en inpasbare natuur) waarin getracht is inzicht te geven in de manier waarop we de zoet-zoutovergangen in onze delta in 2040 zouden kunnen inrichten en gebruiken. Dit varieert van een situatie volledig gericht op het herstel en behoud van de natuur tot een situatie waarin er geen rekening wordt gehouden met de natuur. De estuaria kunnen hierbij intensiever gebruikt worden voor bijvoorbeeld vormen van aquacultuur, recreatie en visserij.

Trefwoorden: Natuurverkenning, zoet-zoutovergangen, estuaria, delta, natuurherstel, aquacultuur, natuur, recreatie, ecosysteemdiensten.

Woord vooraf

Dit onderzoek naar de zoet-zoutovergangen in Nederland is uitgevoerd in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in het kader van de Natuurverkenning 2011. Het uitbrengen van een Natuurverkenning is een wettelijke taak, die onder verantwoordelijkheid valt van het PBL en waaraan Wageningen UR via de WOT Natuur en Milieu een belangrijke bijdrage levert.

De Natuurverkenning heeft tot doel een aantal mogelijke toekomstrichtingen voor natuur en landschap op lange termijn te schetsen, waarbij ingespeeld wordt op ontwikkelingen die op de samenleving kunnen afkomen. Naast het schetsen van die mogelijke ontwikkelingen geeft de Natuurverkenning ook handelingsperspectieven voor het beleid op korte en middellange termijn.

Om verschillende redenen staat het huidige natuurbeleid onder druk. Een van die redenen is dat ondanks inspanningen de biodiversiteitsdoelen niet gehaald worden. Daarnaast stuit het beleid op weerstand in de uitvoering ervan en is het beleid mogelijk niet bestand tegen ontwikkelingen als klimaatverandering. Ook groeit de aandacht voor het duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen en staan de zogenaamde ecosysteemdiensten in de beleidsdossiers. Vanuit de samenleving klinkt het geluid dat het natuurbeleid toe is aan een herijking. Natuurverkenning 2011 wil hierop inspelen en de maatschappelijke discussie rond het huidige natuurbeleid prikkelen en voeden.

We hopen dat dit werkdocument beleidsmakers zal helpen en ondersteunen bij het maken van beleid voor zoet-zoutovergangen. Hierdoor kan er bij de inrichting van de zoet-zoutovergangen een weloverwogen afweging worden gemaakt tussen de verschillende belangen die hierbij spelen.

Emil Kuijs en Josien Steenbergen



Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Ecosysteemdiensten van een estuarium	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Sedimentatiefunctie	15
2.3 Nutriëntencyclus	16
2.4 Filterwerking	16
2.5 Kinderkamerfunctie	17
2.6 Vismigratie	17
3 De Nederlandse stroomgebieden en hun estuaria	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Eems	20
3.3 Rijn	20
3.3.1 Algemeen	20
3.3.2 Rijn-Midden	21
3.3.3 Rijn-Noord	21
3.4 Rijn-West / Maas	22
3.5 Schelde	24
3.6 Conclusie	26
4 Herstel van zoet-zoutovergangen	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Eems	27
4.2.1 Meerwaarde van herstel	27
4.2.2 Herstelplannen	27
4.3 Rijn (midden en noord)	28
4.3.1 Meerwaarde van herstel	28
4.3.2 Herstelplannen	29
4.4 Rijn – West / Maas	30
4.4.1 Meerwaarde van herstel	30
4.4.2 Herstelplannen	31
4.5 Schelde	32
4.5.1 Meerwaarde van herstel	32
4.5.2 Herstelplannen	32
4.6 Belemmeringen en kansen voor herstel	32
4.6.1 Belemmeringen	32
4.6.2 In welke estuaria liggen de grootste kansen?	34
5 Kansen voor Aquacultuur	35
5.1 Inleiding	35
5.2 Aquacultuur in Nederland	35
5.3 Kansen en initiatieven voor zilte aquacultuur	35
5.3.1 Zilte gewassenteelt	36
5.3.2 Mengculturen en geïntegreerde kweek	36
5.4 Toekomst van de zilte aquacultuur	37

6	Kijkrichtingen: Nederland in 2040	39
6.1	Inleiding	39
6.2	Vitale natuur	39
6.3	Beleefbare natuur	40
6.4	Inpasbare natuur	41
6.5	Functionele natuur	42
	Literatuur	45
Bijlage 1	Huidige gebruiksfuncties	49
Bijlage 2	Mogelijkheden tot herstel van zoet-zoutgradiënten in de Zuidwestelijke Delta (Haas & Tosserams 2005)	51
Bijlage 3	Overzicht van bestaande maatregelen Zuidwestelijke Delta (Haas & Tosserams, 2005)	53
Bijlage 4	Initiatieven ter bevordering van de aquacultuur in Nederland	55

Samenvatting

Deze rapportage over de zoet-zoutovergangen in Nederland is onderdeel van de Natuurverkenning 2011. Dit werkdocument heeft tot doel beleidsmakers een overzicht te geven van de verschillende denkrichtingen hoe in de toekomst met zoet-zoutovergangen om te gaan. In deze rapportage wordt een weergave gegeven van de noordelijke en zuidwestelijke estuariene gebieden van Nederland, de daarbij behorende zoet-zout-overgangen en hun functies. Vervolgens wordt per stroomgebied de meerwaarde van herstel en de reeds bestaande plannen en projecten daarvoor beschreven, de kansen voor aquacultuur en de belemmeringen voor het herstel van zoet-zout-overgangen. Vervolgens wordt aan de hand van vier, vooraf gestelde, kijkrichtingen inzicht gegeven in de manier waarop de zoet-zoutovergangen in onze delta in 2040 gebruikt en ingericht zouden kunnen worden. Deze kijkrichtingen (vitale natuur, functionele natuur, beleefbare natuur en inpasbare natuur) bevatten uitersten die uitgaan van een situatie volledig gericht op natuur tot een situatie waarin met de natuur geen rekening wordt gehouden.

In een natuurlijke situatie vinden in een estuarium verschillende essentiële processen plaats. Deze natuurlijke processen of ecosysteemdiensten vervullen een belangrijke rol in een estuarium, zowel voor de rijkheid en grote diversiteit van het systeem als voor de gebruiksmogelijkheden die het de mens biedt. Enkele van deze processen en functies zijn sedimentatiefunctie, nutriëntencyclus, filterwerking, kinderkamerfunctie en vismigratie. Al deze functies hebben belang bij een open verbinding tussen zee en de rivier.

Het Nederlandse rivierenlandschap en kustgebied is gedurende lange tijd een zeer dynamisch gebied geweest, waar overstromingen, zee-inbraken en rustige perioden elkaar afwisselden. Zo ontstonden veen-, zand- en kleiafzettingen in een kustzone met vele geleidelijke overgangen tussen water en land en tussen zee en rivier, waardoor een typisch Deltalandschap is ontstaan (Haas & Tosserams, 2005).

In Nederland kunnen vier stroomgebieden worden onderscheiden: de Eems-Dollard, Rijn, Maas, en Schelde. Om redenen als bescherming tegen overstroming en zoetwatervoorziening zijn de meeste verbindingen tussen zee en rivier in deze stroomgebieden afgesloten door middel van dijken en dammen. Deze afsluiting heeft vervolgens weer geleid tot een intensivering van het gebruik zowel op het water als op het aangrenzende land, bijvoorbeeld voor (water)recreatie, landbouw en bewoning. De voormalige Nederlandse estuaria zijn hierdoor verworpen tot intensief gebruikte gebieden. De estuaria van de Eems en de Schelde zijn de laatste niet afgesloten estuaria in Nederland. De estuaria van het IJsselmeer, Lauwersmeer, Grevelingen en het Haringvliet zijn allemaal afgesloten estuaria, de Oosterschelde is deels afgesloten. De Nieuwe Waterweg is een niet natuurlijk watergang die door ingrijpen van de mens is ontstaan.

Alle (voormalige) estuaria kampen in meer of mindere mate met problemen; in de afgesloten estuaria is vaak te weinig dynamiek en doorstroming waardoor problemen als eutrofiëring en zuurstofloosheid optreden. In de Oosterschelde is de open verbinding met zee behouden gebleven, maar is de toevoer van zoet water beperkt. Hierdoor zijn veel natuurwaarden verloren gegaan en door het fenomeen zandhonger neemt het intergetijdengebied steeds verder af. In de Eems en de Westerschelde is de estuariene dynamiek nog aanwezig, maar beide estuaria kampen door verdiepingen en baggeren voor de scheepvaart met problemen zoals vertroebeling en zuurstofloosheid.

De laatste jaren is in Nederland veel aandacht besteed aan het herstel van estuariene overgangen. Redenen hiervoor zijn onder andere achteruitgang van natuurwaarden en de bijbehorende ecosysteemdiensten, de kansen voor een duurzame veiligheid en de toekomstige autonome ontwikkelingen die worden voorspeld zoals versnelde zeespiegelstijging, bodemdaling en veranderingen in zoetwaterafvoer. Er zijn verschillende

programma's en initiatieven om de estuariene dynamiek in de estuaria weer te herstellen. Echter, er zijn ook problemen mee gemoeid, zoals de bedreiging voor de huidige gebruiksfuncties van de delta's als landbouw en veiligheid. Daarnaast is het kostenplaatje een belemmering: de (hoge) kosten kunnen eenvoudig duidelijk gemaakt worden, maar de baten zijn veel minder zichtbaar en moeilijker te bepalen.

Meerwaarde voor herstel ligt vooral in het terugbrengen van de estuariene dynamiek en het herstellen van de natuurlijke processen of ecosysteemdiensten, die de natuur een grote input geven. Dit biedt kansen om het woonplezier en de recreatieve sector in zo'n gebied een impuls te geven.

De productiviteit van het systeem zal erop vooruitgaan waardoor er kansen ontstaan voor verschillende vormen van aquacultuur. Op dit moment zijn er al verschillende innovatieve initiatieven ontstaan op het gebied van enkelvoudige kweek van schelpdieren, kweek/snij van algen, wieren of planten, mengculturen en geïntegreerde kweek die verder beschreven worden in hoofdstuk 5 en bijlage 4. Met een productiever systeem kan er een hoger rendement worden behaald. Door de Eems en de Schelde bovenstrooms meer ruimte te geven, hoeft hier minder intensief gebaggerd te worden.

Grootste kansen voor herstel zijn er als de plannen voor herstel van zoet-zout-overgangen samengaan met bestaande plannen voor bijvoorbeeld dijkverhoging die in het kader van veiligheid uitgevoerd worden. Ook moet er zoveel mogelijk ingespeeld worden op de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000-gebieden. De uitgangspunten van de vier kijkrichtingen en de invulling daarvan staan in onderstaand overzicht.

Kijkrichting	Uitgangspunten	Invulling
<i>Vitale natuur</i>	De intrinsieke waarde van de natuur: er moet een einde komen aan het voortgaande verlies van (de mariene) biodiversiteit. Om dit te keren wordt ingezet op herstel van habitats en soorten waarvoor ons land vanuit een Europees perspectief een bijzondere verantwoordelijkheid heeft. De natuur in zee is belangrijker dan het gebruik van de zee; natuur en gebruik worden gescheiden waar nodig.	Er komen grote aaneengesloten beschermde gebieden voor de bescherming van habitats, behoud van duurzame populaties en ruimte voor natuurlijke processen. Veel van de estuariene dynamiek en daarmee de natuurlijke processen worden hersteld door het openzetten of verwijderen van de dijken en dammen waardoor waardevolle natuur ontstaat.
<i>Beleefbare natuur</i>	De natuur heeft beleefswaarde voor de mens en is er op de eerste plaats voor mensen om van te kunnen genieten in hun directe leef-omgeving. Natuur is van belang voor de lichamelijke en geestelijke gezondheid. Natuur is sterk verweven met het dagelijkse gebruik, want mensen willen wonen, werken en recreëren in een groene stad en natuurgebieden.	De zoet-zout overgangen zijn internationaal belangrijke recreatiegebieden waarvan de aanwezige natuur bereikbaar en toegankelijk te maken en de beleef-baarheid te vergroten. De Delta ligt in de nabijheid van de Randstad en dit biedt kansen. Natuurgebieden worden opengesteld, recreatieve voorzieningen worden verbeterd en uitgebreid en maatregelen worden getroffen om op enkele plaatsen zeldzame soorten te kunnen observeren.
<i>Inpasbare natuur</i>	De natuur heeft gebruikswaarde voor de mens; de samenleving hecht geen eigenstandige waarde aan natuur: zij is van zichzelf robuust genoeg en past zich aan. In de natuur mag en kan geld worden verdiend. Natuur is ondergeschikt aan andere functies; natuur die in stand blijft is sterk met ander gebruik verweven.	Herstel van nieuwe zoet- zout overgangen blijft uit, uitbreiding van havengebieden en verdieping van de vaargeulen is onbeperkt mogelijk. Aquacultuur en visserij mag overal en intensief plaatsvinden en project-ontwikkelaars krijgen ruimte om de natuurgebieden te bebouwen.
<i>Functionele natuur</i>	De nuttige waarde van de natuur voor de samenleving door duurzaam gebruik te maken van natuurlijke hulpbronnen en regulerende en productieve ecosysteem-diensten zoals de sedimentatie van zand en slib met getijden en wind die zorgen dat de kust meegroeit met de stijging van de zeespiegel. Duurzaam gebruik betekent dat natuur en menselijk gebruik in balans zijn; gebruik en natuur zijn daardoor met elkaar verweven.	De oorspronkelijke zoet – zout overgangen hebben verschillende ecosysteemdiensten en functies die zij weer kunnen bieden bij herstel van dynamiek: natuurlijke kustverdediging en zuiverende werking, zoetwatervoorziening. Er wordt volop gebruik gemaakt van het productieve systeem door de visserij en aquacultuur en er zijn verschillende locaties waar wind- en getijdenenergie wordt opgewekt.

1 Inleiding

Algemeen

Voor het project Natuurverkenning 2011 (onderdeel Marien) wordt in deze rapportage een weergave gegeven van de noordelijke en zuidwestelijke estuariene gebieden van Nederland, de daarbij behorende zoet-zoutovergangen en hun functies. Vervolgens wordt per stroomgebied de meerwaarde van herstel en de reeds bestaande plannen en projecten daarvoor beschreven, de kansen voor aquacultuur en de belemmeringen met betrekking tot het herstel van zoet-zoutovergangen.

Aan de hand van vier, vooraf gestelde, kijkrichtingen wordt in hoofdstuk 6 inzicht gegeven in de manier waarop we de zoet-zoutovergangen in onze delta in 2040 zouden kunnen inrichten en gebruiken. Deze kijkrichtingen (vitale natuur, functionele natuur, beleefbare natuur en inasbare natuur) bevatten uitersten die uitgaan van een situatie volledig gericht op natuur tot een situatie waarin met de natuur geen rekening wordt gehouden.

Definitie estuaria

Estuaria vormen een overgangsgebied tussen de rivier en de zee (Baptist *et al.*, 2007). Mondiaal gezien zijn estuaria zeldzame milieus, omdat ze gebonden zijn aan de zone waar laagland en zee elkaar ontmoeten. In Europees opzicht is het Zuidwest-Nederlandse estuariumgebied uniek (WLO, 1991). Er zijn verschillende definities voor een estuarium. De Leeuw en Backx (2001) bevelen aan de volgende definitie te gebruiken voor estuarium (naar Day *et al.*, 1989):

Estuaria zijn overgangsgebieden tussen één (of meerdere) rivier(en) en de zee, waar de watermassa in beweging is onder invloed van de rivierwaterafvoer en het getij, bestaande uit een zoetwatergetijdengebied, een middengebied waar zoet rivierwater en zout zeewater zich mengen en een kustzone.

Het meest kenmerkend van estuaria is de gradiënt in zoutgehalte (Baptist *et al.*, 2007). Vandaar dat we in deze notitie spreken van zoet-zoutovergangen. In wezen behelzen de zoet-zoutovergangen echter meer; Haas & Tosserams (2005) classificeerden vier bouwstenen voor estuariene dynamiek (1 t/m 4), deze vier bouwstenen zijn aangevuld door Baptist *et al.*, (2007; 5 & 6).

1. Zoutdynamiek;
2. Rivierdynamiek;
3. Getijdynamiek;
4. Morfodynamiek;
5. Nutriëntdynamiek;
6. Slibdynamiek.

In de natuurlijke situatie is het intergetijdengebied van estuaria zeer dynamisch. Getijstroming leidt tot een afwisseling van geulen, droogvallende platen en zelden overspoelde gorzen en tot sterke erosie en sedimentatie. Hierdoor zijn er allerlei gradiënten aanwezig in ruimte en tijd, zoals van hoog (en droog) naar laag (en nat), gradiënten van rivier- naar zeesediment en van grof naar fijn materiaal en een gradiënt van zoet naar zout. Het intergetijdengebied in een estuarium is het gebied tussen de gemiddelde hoogwaterlijn en de laagwaterlijn bij het laagste astronomische getij; het loopt onder bij hoogtij en komt droog te liggen bij laagtij.

Indeling estuaria naar zoutgehalte

Het zoutgehalte is een belangrijke bepalende factor voor het voorkomen van soorten. Het zoutgehalte kan worden uitgedrukt in saliniteit (S) en chlorideconcentratie¹; in deze rapportage wordt saliniteit als maat gehanteerd. De saliniteitsgradiënt binnen estuaria loopt van 0,5‰ (de bovengrens voor zoet water) tot 30‰ of hoger voor zeewater. Al naar gelang het zoutgehalte en de getijdeninvloed kan een estuarium worden onderverdeeld in vijf verschillende zones en bij iedere zone hoort een typische leefgemeenschap (Tabel 1). Uit een uitgebreide literatuurstudie naar het voorkomen van soorten en saliniteitsgehalten concludeerden De Leeuw en Backx (2001) dat er sprake is van een soortenminimum in een estuarium bij een saliniteit tussen de 5 en 8‰ en neemt het aantal soorten toe bij zowel oplopende als afnemende saliniteitsgehalten. Dit komt overeen met de eerder vastgestelde Curve van Remane (1934).

Tabel 1. Estuariene zones met een classificatie van de daartoe behorende soorten (Steenbergen, 2004; naar: Eertman & Smaal, 1997; De Leeuw en Backx, 2001)

Saliniteit (‰)	Zone	Kenmerken	Soorten
< 0,5	Zoetwatergetijdenzone	Meest stroomafwaarts gelegen deel met getijdeninvloed, zonder zoutindringing	Zoetwatersoorten die getijtolerant zijn
0,5-5	Oligohaliene zone	Rivierwater komt voor het eerst in contact met zeewater, zeer geringe zoutindringing	Zoetwatersoorten die getij en zouttolerant zijn
5-18	Mesohaliene zone	Rivierwater en getijstroom ontmoeten elkaar	Brakwatersoorten
18-30	Polyhaliene zone	Getijstromen nemen toe van zwak tot matig	Brakwatersoorten en mariene soorten met een grote zouttolerantie
> 30	Euhaliene zone	Sterke getijstromen, saliniteit wijkt niet veel af van de zee	Mariene soorten

Estuaria worden ook vaak onderverdeeld op basis van de verhouding tussen de hoeveelheden zoet en zout water die per getijcyclus het estuarium binnenkomen in relatie tot de vorm van het estuarium en de amplitude van de getijbeweging. Een naar verhouding grote zoetwaterafvoer en/of geringe getijbeweging leiden tot gelaagde estuaria waarin het zoete water zich als een laag op het zoute bodemwater bevindt. Als verhoudingsgewijs de zoetwaterafvoer kleiner wordt en/of de getijbeweging sterker kan het type 'volledig gelaagd' estuarium via 'gedeeltelijk gelaagd' estuarium overgaan in volledig 'gemengd estuarium'. In Nederland heeft de Nieuwe Waterweg sterke kenmerken van een gelaagd estuarium, terwijl de Eems en de Westerschelde voorbeelden zijn van meer gemengde estuaria (Janssen, 2000).

Productiviteit estuaria

Over het algemeen wordt aangenomen dat estuaria hoog productief zijn. Een belangrijk deel van de primaire productie wordt geleverd door het microfytobenthos. Daarnaast komen in estuaria verschillende macroalgen (wieren) en waterplanten zoals zeegrassen, Zannichellia, Snavelruppia en Spiraalruppia voor. Wieren en zeegrassen vormen een

¹ De saliniteit is het totaalgehalte aan zouten in het water en wordt meestal uitgedrukt in promille; het aantal gram zouten per kilo zeewater (‰). Chlorideconcentratie is de hoeveelheid chloride (negatieve ionen) per liter water (g / liter). Saliniteit (‰ S) = 1,8 * Chlorideconcentratie.

specifiek leefmilieu voor een groot aantal kleine dieren en daarop foerageren weer hogere organismen. Daarnaast kunnen ze een rol spelen bij de plaatopbouw door het invangen en vasthouden van sediment.

De diversiteit van met name benthische organismen is in estuaria groot. Daarnaast zijn de intergetijdengebieden ideale foerageer- en overwinteringsgebieden voor een grote groep trekvogels (De Leeuw en Backx, 2001). Vissen ten slotte gebruiken estuaria voor verschillende doeleinden. Er zijn vissoorten die hun hele levenscyclus in het estuarium kunnen vervullen (de zogenaamde estuariene soorten). Daarnaast kunnen estuaria een belangrijke rol vervullen als kraam- en kinderkamerfunctie. Verder gebruiken diadrome vissen het estuarium als trekroute tussen hun paai- en opgroeigebied. Voor meer details over de rol van estuaria voor vissen wordt verwezen naar hoofdstuk 2: Ecosysteemdiensten van een estuarium.

2 Ecosysteemdiensten van een estuarium

2.1 Inleiding

In een natuurlijke situatie vinden in een estuarium verschillende essentiële processen plaats. Deze natuurlijke processen of ecosysteemdiensten vervullen een belangrijke rol in een estuarium, zowel voor de rijkheid en grote diversiteit van het systeem als voor de gebruiksmogelijkheden die het de mens biedt. Hieronder worden de volgende processen en functies besproken; de sedimentatiefunctie, de nutriëntencyclus, de filterwerking, de kinderkamerfunctie en het belang van een open verbinding tussen zee en rivier voor de vismigratie.

2.2 Sedimentatiefunctie

In een estuarium speelt sedimenttransport een belangrijke rol, het transport ontstaat door de aanwezige morfodynamiek. Dit zijn alle mechanische krachten die worden uitgeoefend op zowel bodem, vegetatie als fauna van een ecosysteem. Het gaat daarbij om erosie- en sedimentatieprocessen en transport van sediment (grind, zand en slib). In estuaria wordt de morfodynamiek bepaald door de dagelijks van richting wisselende getijstromingen met het daaraan gekoppelde zand- en slibtransport en de door de rivieren veroorzaakte wisselingen in water- en sedimentaanvoer. Daarnaast kunnen ook wind en golfslag bepalend zijn voor de dynamiek (Haas & Tosserams, 2005).

Door het geringere verschil in hoogte bij de monding van de rivier neemt in de richting van de zee de transportcapaciteit van de rivier voor zand geleidelijk af. Dit weerspiegelt zich in de samenstelling van het sediment op de bodem van de rivier. Vanuit zee wordt ook zand aangevoerd; hier vermindert de transportcapaciteit landinwaarts. Het resultaat is een zone met fijn slib in het estuariene bereik; vanaf daar wordt het sediment grover in de richting van de rivier en van de zee. Slib vanuit de rivier wordt in gelaagde estuaria in eerste instantie door de oppervlakkige waterlagen naar zee afgevoerd.

Tegelijkertijd bezinkt het slib, mede onder invloed van fysisch-chemische processen die de partikelgrootte veranderen, en komt zo terecht in de diepe zoute waterlagen die over het gehele getij genomen gemiddeld rivierwaarts stromen. Het wordt dus moeilijk voor het slib om te ontsnappen uit deze estuariene sedimentcirculatie. Het gevolg is zeer troebel water met hoge slibgehalten in de brakke gedeelten van het estuarium en depositie van zeer slijkige sedimenten langs de oevers van het estuarium. In een natuurlijke situatie zorgen deze processen voor de natuurlijke ophoging van een estuarium.

In Nederland is door de afgebroken natuurlijke overgangen tussen zoet, brak en zout water een einde gekomen aan de transportfunctie en is de ruimte en de dynamiek die deze overgangsgebieden hadden verdwenen. Hiermee is ook het proces verdwenen dat zorgt voor de natuurlijke ophoging van een estuarium dat met de zeespiegelstijging en de bodemdaling juist van groot belang is. In plaats van op de uiterwaarden, slikken en kwelders terecht te komen en zo het land op te hogen, belandt het slib in de diepere delen zoals de vaargeul.

2.3 Nutriëntencyclus

Estuaria spelen een belangrijke rol bij de afbraak van organisch materiaal naar nutriënten en de omzetting van nutriënten naar organisch materiaal; de nutriëntencyclus. In een natuurlijk estuarium mondt een rivier uit in zee en wordt het zee- en rivierwater min of meer gemengd. Het overgrote deel van het organische materiaal wordt aangevoerd vanuit de rivieren en tijdens de menging van zoet en zout water vinden biochemische reacties plaats. Deze reacties treden al op bij een saliniteit lager dan 1‰. Een voorbeeld is het uitvlokken van fijn organisch en anorganisch materiaal dat van de rivierafvoer komt (Baptist *et al.*, 2007). Door de omzetting van organisch materiaal naar nutriënten ontstaat een uiterst productieve situatie waarvan algen profiteren zodat de primaire productie omhoog gaat. Dit levert vervolgens voedsel voor schelpdieren wat estuaria tot belangrijke foerageergebieden voor vissen en vogels maakt. De hoge productiviteit zorgt er ook voor dat het interessante gebieden zijn voor visserij en ook potentiële gebieden voor aquacultuur. Voorwaarde is wel dat er voldoende licht is voor de algen om te kunnen groeien (Baptist *et al.*, 2007). Ook spelen estuaria een dominante rol in de ecologie van de aangrenzende kustzeeën, waardoor ze op veel plaatsen in de wereld van doorslaggevend belang zijn voor de zeevisserij op de wereld. Essentieel voor een estuarium is het zichzelf kunnen 'hernieuwen' via ruimte voor de daarin optredende natuurlijke fysische, chemische en biologische processen. Instandhouden van voldoende leefgebieden voor kenmerkende plant- en diersoorten en gradiënten zijn voorwaarde voor het duurzaam functioneren van het estuariene voedselweb (Rijkswaterstaat, 1996).

2.4 Filterwerking

In een goed functionerend estuarium komen veel van de stoffen die door de rivier worden aangevoerd niet in zee terecht, omdat ze door een estuarium (al dan niet tijdelijk) worden opgeslagen. Een estuarium werkt als het ware als een filter. Deze filterwerking is vooral afhankelijk van:

- de retentie (=vermogen tot vasthouden) van zwevend materiaal,
- de concentratie zwevend materiaal,
- de verblijftijd van het water en
- van specifieke procesparameters.

Het vasthouden van zwevend materiaal vindt met name plaats in de intergetijdengebieden en is afhankelijk van de grootte van dit gebied. De Waddenzee, Eems-Dollard en Westerschelde hebben alle een hoge retentiewaarde (80-95 %). Zowel voedingsstoffen als contaminanten kunnen zich binden aan zwevend materiaal. Vooral de contaminanten kunnen zich zeer langdurig hechten en ophopen in de bodem. Wanneer een estuarium wordt afgesloten en zoet water via sluizen in zee wordt gespuid (zoals bij de Haringvlietssluizen) verdwijnt de filterwerking. Bij een meer open sluisbeheer zal iets van de filterwerking kunnen terugkeren, afhankelijk van de bovengenoemde factoren die bepalend zijn voor de filterwerking (Eertman & Smaal, 1997; Wulffraat *et al.*, 1993 genoemd door De Leeuw en Backx, 2001).

Onderzoek heeft uitgewezen dat herstel van de natuurlijke dynamiek en van geleidelijke zoet-zoutovergangen een goede bijdrage kan leveren aan de natuurlijke zuivering van de nutriënten (De Leeuw en Backs, 2001).

2.5 Kinderkamerfunctie

De term kinderkamerfunctie refereert aan vissoorten waarvan de juvenielen gescheiden van de ouderpopulatie het estuarium of kustwater gebruiken als opgroeigebied. Deze soorten maken gebruik van kinderkamers omdat de juvenielen in deze gebieden mogelijk sneller groeien en minder kans hebben op sterfte door predatie van zowel grotere soortgenoten als andere soorten. Het aanbod van voedsel is er groter, de abiotische omstandigheden geschikter en er zijn relatief weinig predatoren of juist goede ontsnappingsmogelijkheden. Door het troebele water en de vele complexe structuren en ondieptes gaat de toegankelijkheid voor grote predatoren en de efficiëntie van het jagen achteruit (Miller *et al.*, 1985 in Jager, 1999). De geografische scheiding tussen paaigebieden en kinderkamergebied vereist een goed transportmechanisme. Daarnaast spelen er vele antropogene processen mee, zoals scheepvaart, baggeren, vervuiling en visvangst. In Nederland zijn veel kinderkamerfuncties verloren gegaan, maar herstel lijkt mogelijk (Jager, 1999). Tijdens een studie naar de functie van de Westerschelde als kraamkamer voor vissen zijn in totaal van zeven soorten juvenielen aangetroffen die het estuarium als opgroeigebied gebruiken (schar, schol, tong, kabeljauw, wijting, steenbolk en haring; Welleman *et al.*, 2000).

2.6 Vismigratie

Estuaria hebben een belangrijke functie voor diadrome (migrerende) vissen van zoet naar zout, zoals de paling en van zout naar zoet zoals de houting, zalm en fint. Om hun levenscyclus te doorlopen moeten deze dieren zich vrij kunnen bewegen tussen hun leef- en voortplantingsgebied. Oorspronkelijk kwamen deze soorten, evenals de Atlantische steur, in grote gezonde populaties in de Europese wateren voor. Er was toen een actieve visserij op deze soorten mogelijk. Voor 1885 kwam de zalm nog veelvuldig in de Nederlandse rivieren voor. Het aantal zalm dat in de Rijn werd gevangen, daalde gestaag van meer dan 280.000 in 1870 naar nul in 1950 (Wieriks & Schulte-Wulwer-Leidig, 1997). Tegenwoordig is het met de meeste diadrome soorten slecht gesteld, de Atlantische steur is in Nederland verdwenen, het totale paai- en opgroeigebied van de zalm is in de Rijn momenteel te beperkt om een zichzelf in stand houdende populatie te kunnen laten voortbestaan. Ook de paling gaat in aantallen hard achteruit. De achteruitgang van het voorkomen van deze vissoorten is aan verschillende oorzaken te wijten. Zo wordt visserijdruk, habitatverlies, de achteruitgang van de waterkwaliteit maar vooral ook het aanleggen van stuwen en gemalen als oorzaken gezien.

3 De Nederlandse stroomgebieden en hun estuaria

3.1 Inleiding

Het Nederlandse rivierenlandschap en kustgebied is gedurende lange tijd een zeer dynamisch gebied geweest, waar overstromingen, zee-inbraken en rustige perioden elkaar afwisselden. Zo ontstonden veen-, zand- en kleiafzettingen in een kustzone met vele geleidelijke overgangen tussen water en land en tussen zee en rivier, waardoor een typisch Deltalandschap is ontstaan (Haas & Tosserams, 2005).

In de Nederlandse situatie zijn de estuaria in het zuidwestelijke deltagebied alle open estuaria geweest; de zee-invloed overheerste met grote getijverschillen over rivierafvoer. Het noordelijke Waddengebied was te definiëren als een lagune; geringe stroomsnelheid, veel sedimentatie vanuit zee en weinig zoetwaterafvoer (De Leeuw en Backx, 2001). Hieronder wordt een beschrijving gegeven van de oude en huidige situatie van de belangrijkste Nederlandse stroomgebieden en hun estuaria: de Eems-Dollard, Rijn, Maas, en Schelde (Figuur 1). Tevens wordt ingegaan op de meest dominante problemen als gevolg van de antropogene invloed in de stroomgebieden.



Figuur 1. Overzicht van stroomgebieden van de Nederlandse rivieren (links) en de KRW onderverdeling (rechts) van het Rijn-stroomgebied (Bron: www.rijksoverheid.nl)

3.2 Eems

Het Eems-Dollardestuarium ligt op de grens met Duitsland en is het enige nog open estuarium in het noorden van Nederland. De belangrijkste aanvoer van zoet water is de Duitse rivier de Eems, die bij Pognum in de Dollard uitmondt. In Nederland mondt de veel kleinere rivier de Westerwoldse Aa uit in de Dollard. De Dollard is een inham van de Waddenzee en wordt gezamenlijk door Nederland en Duitsland beheerd op grond van het Eems-Dollardverdrag uit 1960. Het getijdenverschil in het Eems-Dollard-estuarium is 2,3 meter bij de monding in de Waddenzee (Borkum), ongeveer 3,2 meter bij Emden (Dollard) en is nog merkbaar meer dan 100 km landinwaarts, bij de sluis van Herbrum. Er is een horizontale zoutgradiënt die verschuift onder invloed van het getij en de wisselende zoetwaterafvoer. Daarnaast is er grote dynamiek op het gebied van sedimentatie, afwisselend vindt erosie tot zandafzetting plaats van zowel fijn als grof materiaal. De Dollard bestaat uit een stelsel van geulen, wad- en slikplaten en, langs de zuidrand, kwelders (ten gevolge van landaanwinning). Het estuarium is een ecologisch rijk gebied (De Leeuw en Backx, 2001). Daarnaast vervullen het Eems-Dollardestuarium en de Waddenzee een belangrijke kraamkamerfunctie voor onder andere jonge schol en tong (Zijlstra, 1972, Beek *et al.*, 1989).

Het Eems-Dollardestuarium wordt tegenwoordig sterk antropogeen beïnvloed (De Leeuw en Backx, 2001). De morfologische veranderingen, met name het verkorten van de rivierloop door normalisatie, het verdwijnen van de ondiepe waterzones, het fixeren van de grens van land en water heeft gezorgd voor het steeds verder inbinden van de natuurlijke processen (Claus *et al.*, 1997). Tussen 1998 en 2002 is de Eemskering gebouwd, een waterkering (stuwdam) in de rivier de Eems vlak voor Emden. De Eemskering is in de eerste plaats bedoeld als stormvloedkering. Daarnaast maakt de constructie door opstuwning van het water scheepvaartverkeer met een diepgang tot 8,50 meter mogelijk. Een plotselinge lozing van veel water door opening van de Eemskering kan het waterleven in het waddengebied van de Dollard aantasten. Bovendien kan het snel stijgende water in de broedtijd tot vernietiging van vogelnesten of verdrinking van jonge vogels leiden (www.NLWKN.de).

Door eutrofiëring en de baggeractiviteiten in de Beneden-Eems laat de waterkwaliteit en doorzicht in het estuarium in grote delen van het jaar te wensen over. Door het verdiepen van de vaargeul is de getij-amplitude toegenomen en is door complexe getijstromingen een laag van 'fluid mud' ontstaan, leidend tot zeer troebel water. Troebel water verhindert dat het fytoplankton voldoende licht krijgt. Door afbraak van organisch materiaal ontstaat op sommige plaatsen een gebrek aan zuurstof waardoor de natuurlijke soortensamenstelling en dichtheden uitblijven. Ook de migratie van vis is hierdoor verhinderd. In de Waddenzee is de omvang van het baggerwerk relatief gering ten opzichte van de grootte van het waterlichaam. In de Beneden-Eems wordt relatief meer gebaggerd voor het verdiepen van de vaargeul; hierdoor is de troebeling stroomopwaarts sterk toegenomen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008).

3.3 Rijn

3.3.1 Algemeen

De Rijn komt bij Spijk Nederland binnen. De rivier verdeelt zich in Nederland over de hoofdtakken Waal (zuidelijke tak, 2/3 van de afvoer) en Nederrijn-Lek (noordelijke tak, 1/3 van de afvoer). De IJssel splitst zich bij Arnhem van de Nederrijn af en is hiermee de derde grootste Rijntak. De Rijn in Nederland kan worden onderverdeeld in de volgende deelstroomgebieden (naar KRW, Figuur 1):

- Rijn-West: de grote rivieren in Nederland die door het deelgebied Rijn-West naar het westen lopen. In Rijn-West liggen onder meer het Noordzeekanaal, de Hollandse kustzone, de Nieuwe Waterweg, het Amsterdam-Rijnkanaal, de Nederrijn-Lek en de Waal.

- Rijn-Oost: deelstroomgebied Rijn-Oost strekt zich uit van de oostelijke bekkenrand tot de Veluwestuwwal in het westen, de Rijnvallei in het zuiden en het centrum van het Drents Plateau in het noorden.
- Rijn-Midden: in Rijn-Midden liggen onder meer het IJsselmeer, Markermeer, Veluwerandmeren en alle regionale en lokale wateren zoals de Eem, de Veluwse beken en de Hoge en Lage Vaart het Ketelmeer en het IJsselmeer (Rijn-Midden).
- Rijn-Noord: de noordelijke grens van Rijn-Noord ligt in de Waddenzee en loopt vanuit de westelijke richting langs de Afsluitdijk, de Friese provinciegrens en de Drentse beken tot aan de Noordpolder in de provincie Groningen.

Rijn-Midden en -Noord worden in par. 3.3.2 behandeld; Rijn-West wordt in par. 3.3.3 samen met de Maas behandeld. Dit vanwege de grote verwevenheid van de rivieren.

3.3.2 Rijn-Midden

Het IJsselmeer is in 1932 ontstaan door de aanleg van de Afsluitdijk, die de Zuiderzee afsloot van de Waddenzee. De Zuiderzee was een brakwater-getijdengebied, waarin de IJssel, de Overijsselse en Utrechtse Vecht en de Eem uitmondde. Het getijdenverschil was niet groot in de Zuiderzee: bij Stavoren ongeveer 50 cm en bij Urk zo'n 20 cm. In het zuiden was de Zuiderzee vrijwel zoet door de uitstroom van de diverse rivieren. Naar het noorden toe werd het water langzaam zouter, waardoor er een geleidelijke zoet-zoutgradiënt bestond. Na de afsluiting was het getij direct verdwenen en na vijf jaar ook de zoute invloed. Nadat tussen 1963 tot 1975 de Houtribdijk ter hoogte van Enkhuizen en Lelystad is aangelegd, ontstond in het IJsselmeer het Markermeer. De Randmeren zijn ontstaan bij het inpolderen van de Noordoostpolder en de Flevopolders.

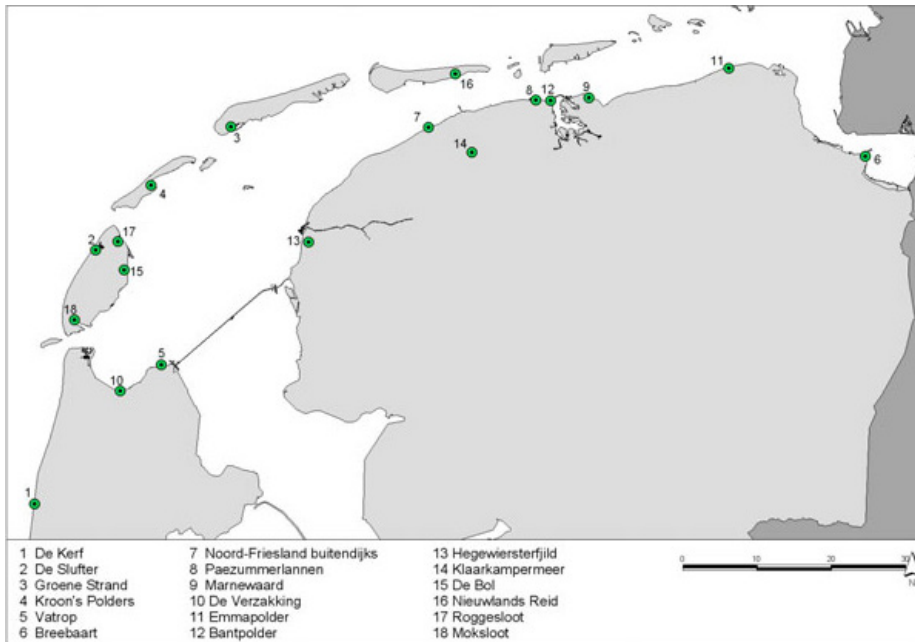
Vanaf de jaren vijftig tot ver in de jaren zeventig kampten het IJsselmeer en de Randmeren met ernstige vormen van eutrofiëring. Herstel in de Randmeren trad op vanaf begin jaren tachtig; in het IJsselmeer en Markermeer (meren met lange verblijftijden) is de voedselrijkdom na 1987 afgenomen. Deze afname van de voedselrijkdom wordt nu gezien als één van de oorzaken van de afname van visbestanden en bodemfauna in de meren waar ondiepten met waterplanten een beperkte rol spelen (Noordhuis, 2010).

In het Markermeer domineert het slib; de oude Zuiderzeebodem produceert voortdurend slib dat zich naar de diepere delen in het oosten verplaatst. Omdat het slib sinds de aanleg van de Houtribdijk niet meer kan worden afgevoerd, heeft dit gevolgen voor met name de bodemfauna en de beschikbaarheid van licht voor fytoplankton en waterplanten. Begin jaren negentig werd het water troebeler en als gevolg hiervan nam de dichtheid van de driehoeksmossel sterk af. Naast vis en visetende vogels namen daardoor ook de mossetende watervogels sterk in aantal af (Noordhuis, 2010).

3.3.3 Rijn-Noord

In 1969 is de Lauwerszee afgesloten van de Waddenzee en is het Lauwersmeer ontstaan. De Lauwerszee was een inham van de Waddenzee en bestond uit een zout tot brak intergetijdengebied (geulen, zand- en slibplaten en kwelders), waarin zoet water stroomde uit de riviertjes de Ee, de Lauwers en het Reitdiep. Ooit reikte het getij via de rivieren tot Groningen en Dokkum. De getijdekaden in Groningen zijn daarvan nog een stille getuige. De afgesloten Lauwerszee is in korte tijd verzoet en het getij is verdwenen.

Verder zijn er langs de Noord-Nederlandse kust in totaal 55 kleinere zout-zoetovergangen, een groot deel hiervan is van de Waddenzee gescheiden door dijken, dammen, sluizen of gemalen, die voor vissen moeilijk of niet passeerbaar zijn (Jager, 1999). Door verschillende natuurherstel- en proefprojecten zijn verschillende zoet-zoetovergangen of brakke gebieden hersteld (Figuur 2; De Leeuw, 2003).



Figuur 2. Overzicht van herstelde zoet-zoutovergangen en proefgebieden in Noord-Nederland (bron: De Leeuw, 2003)

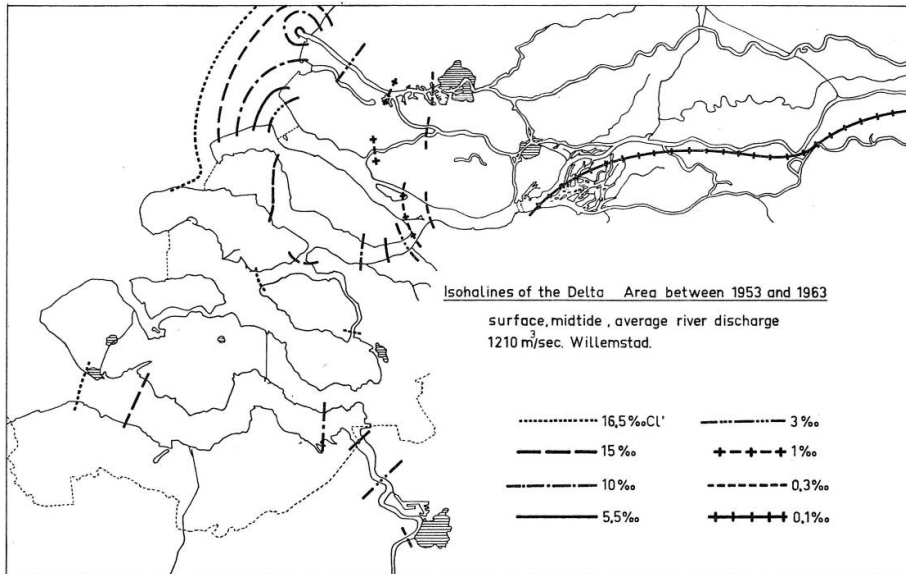
3.4 Rijn-West / Maas

Oorspronkelijk waterde de Rijn-West via de rivieren de Waal en Lek op een natuurlijke manier uit in de Noordzee. De Rijn is sterk verweven met het Maas-estuarium die zijn oorsprong vindt in Frankrijk en via België nabij Maastricht Nederland binnenstroomt. Dit is de meest zuidelijke rivier van Nederland. Het stroomgebied van de Maas bestaat uit de rivier de Maas, de Biesbosch, het Hollandsch Diep en het Haringvliet.

Tussen 1864 en 1868 is de Nieuwe Waterweg gegraven om de Rotterdamse haven een betere verbinding met zee te geven. Sindsdien is dit de belangrijkste doorlaat van Rijn- en Maaswater naar de Noordzee. Het vormt (inclusief het havengebied, de Oude en Nieuwe Maas, Lek, Beneden Merwede, Spui, Dordtsche Kil en Sliedrechtsche Biesbosch) weliswaar geen natuurlijk estuarium, maar wel een gebied met ecologische en estuariene potenties.

Het getijdenverschil is bij zee ongeveer 1,6 meter en in de haven ongeveer 1,8 meter. Het estuarium heeft geen intergetijdengebied, maar alleen een diepe vaargeul in het midden, van 10 tot 24 meter diepte, en ondieptes van zo'n 1,5 meter langs de smalle oeverstroken. Slechts op een enkele plaats is een geleidelijke, natuurlijke overgang tussen water en land aanwezig. Er is wel een zoet-zoutgradiënt aanwezig, maar slechts over een beperkte lengte van ruim 10 km door de grote hoeveelheid zoet water die wordt afgevoerd. Hierbij treedt een verticale gelaagdheid op (De Leeuw en Backs, 2001).

Door de zeespiegelstijging, de uitbreiding van de havenbekkens bij Rotterdam en de daarmee gepaard gaande verdieping van de Nieuwe Waterweg is de zouttong op dit estuarium steeds verder de rivier opgedrongen, zodat in droge zomers de stormvloedkering in de Hollandse IJssel wordt bereikt. Hierdoor is het reeds meerdere malen voorgekomen dat de waterinlaat bij Gouda vanuit de Hollandse IJssel voor Midden-West Nederland moest worden gestaakt, juist in een periode dat veel extra water nodig was voor het gewas en de doorspoeling (Vries, 1994).



Figuur 3. De chloridegehalten in de estuaria van de Delta vóór de Deltawerken tussen 1953 en 1963 (Peelen, 1967).

Sinds de voltooiing van de Nieuwe Merwede in 1874 wordt het water van de Waal en de Maas in het Hollands Diep gemengd (Zagwijn, 1986; Haas, 1998; Paalvast et al., 1998) en bereikt via het Haringvliet de Noordzee. In Figuur 3 is te zien dat vóór de Deltawerken het Haringvliet een brakwaterbekken was, de Grevelingen een brede range aan zoutgehaltes kende en de Oosterschelde voornamelijk zout water had.

Het Haringvliet werd in 1970 afgesloten van de Noordzee. De sluisen van het Haringvliet worden slechts periodiek opgezet waardoor een onnatuurlijke situatie ontstaat; de sluisen worden gesloten bij hoog zeewater of bij een lage rivierafvoer. Op dat moment wordt het rivierwater gedwongen om via de Nieuwe Waterweg naar de zee te stromen. Bij laag zeewater en voldoende rivierafvoer gaan de sluisen open. Grote hoeveelheden zoet water zorgen op zo'n moment aan de zeezijde voor fluctuaties in zoutgehalte, waardoor een instabiele levensgemeenschap ontstaat (Steenbergen, 2004). Verder wordt door de abrupte zoet-zoutscheiding en daardoor de beperkte menging van het zoete en zoute water, het overgrote deel van de totale stikstofvrucht van de rivier rechtstreeks en zonder noemenswaardige retentie via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet afgevoerd naar de Noordzee (95% van totaal ruim 180 kiloton per jaar) met eutrofiëring van de Noordzee als gevolg (WL/Delft Hydraulics et al., 2008).

Aan de zeezijde van de Haringvlietsluisen is de sedimentatie toegenomen en is sprake van een toename aan intergetijdengebied aan de zeezijde van de sluisen (Paalvast et al., 1998). Als gevolg van de afsluiting van het Haringvliet is de getijdendynamiek grotendeels verdwenen waardoor ook de morfodynamiek is teruggelopen (Haas & Tosserams, 2005). Rivierslib sedimenteert in grote hoeveelheden in de geulen en de Biesbosch is verrijkt en verarmd.

Tot de uitvoering van de Deltawerken was ook de Grevelingen onderdeel van het Rijn-Maas-estuarium. Door de aanleg van de Grevelingendam in 1964 werd er geen zoet water meer aangevoerd en was de Grevelingen korte tijd een zoutwatergetijdengebied. In 1971 werd de Grevelingen van de zee afgesloten middels de Brouwersdam. Vanaf dat moment was de Grevelingen voor een korte periode een stagnant zoet meer zonder getijden. Sinds de aanleg van de Brouwerssluis in 1978 staat het Grevelingenmeer weer in verbinding met de Noordzee en werd de Grevelingen een zoutwatermeer (Haas,

1998). Echter de doorlaatopening lijkt nog niet voldoende, want in de zomermaanden is in toenemende mate sprake van zuurstofloosheid in delen van de Grevelingen waardoor sterfte van bodemorganismen optreedt.

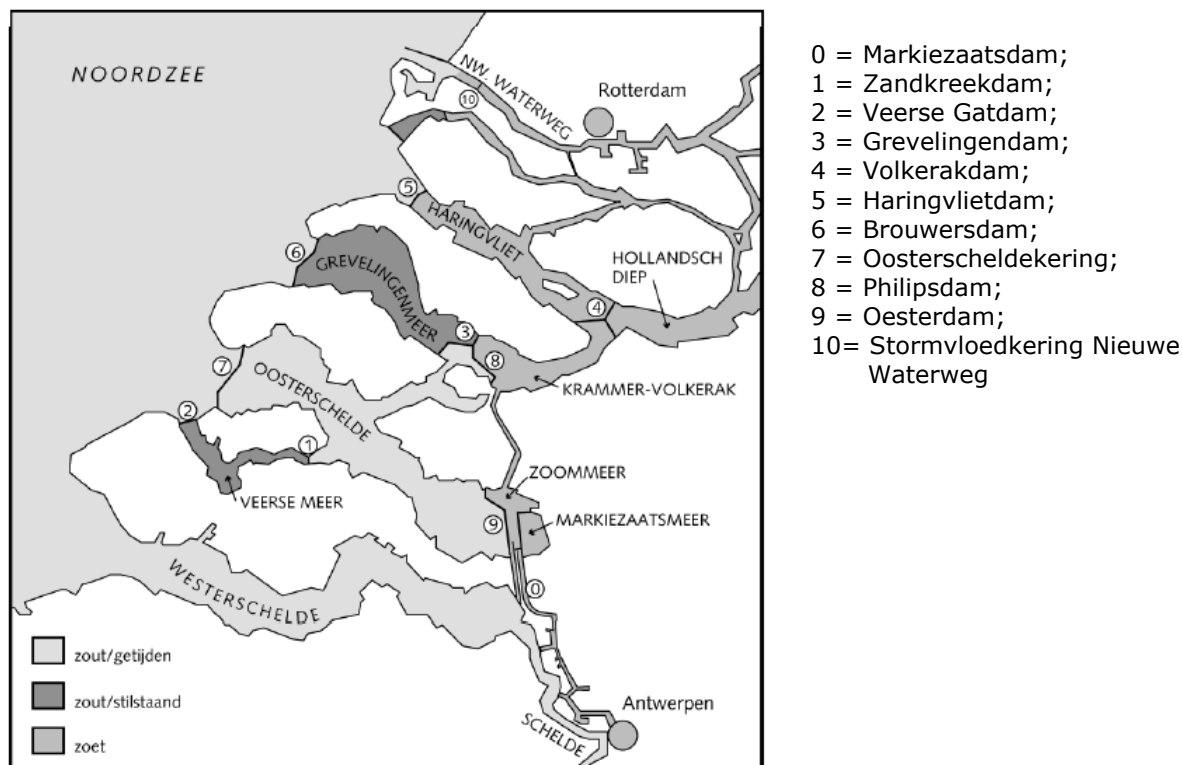
3.5 Schelde

De Schelde is van bron tot monding 355 km lang. Ze heeft een stroomgebied van circa 21.000 km², met diverse zijrivieren. De zoute invloed van de zee is merkbaar tot de grens België – Nederland (Figuur 3). Het (zoete) getij dringt door tot de sluisen van Gent, zo'n 160 km van zee. Ten zuiden van Antwerpen bestaat de Schelde uit een enkelvoudige stroomgeul, die omwille van de scheepvaart geheel gekanaliseerd is. Slikken en zoutwaterschorren komen nog verspreid langs de dijken voor.

Oorspronkelijk mondde de Schelde uit in de Ooster- en Westerschelde. Nu bereikt de rivier de zee enkel via de Westerschelde (Figuur 4). In de Westerschelde meandert de rivier over een brede bedding met een complexe structuur van geulen, zandbanken, slik (=wad) platen en schorren (= kwelders). De Westerschelde is een estuarien systeem, dat wordt gekarakteriseerd door een hoge morfologische dynamiek. Er komen zeldzame landschappen en biotopen voor waaronder het brakwaterschor Saeftinghe. De vermenging van zout en zoet water binnen de waterkolom en in de lengterichting geeft een basis voor bijzondere levensgemeenschappen. De Westerschelde is met een groot areaal aan platen en slikken van groot belang voor bodemdieren. Verder is het een broed-, rui-, rust- en foerageergebied voor vogels zoals de bergeend en vele steltlopers, heeft het een functie als kinderkamer voor jonge vis, en is het een verblijfplaats voor zeehonden. Tijdens een studie naar de functie van de Westerschelde als kraamkamer voor vissen zijn in totaal van zeven soorten juvenielen aangetroffen die het estuarium als opgroei gebied gebruiken, in meer of mindere mate gescheiden van de ouderpopulatie (schar, schol, tong, kabeljauw, wijting, steenbolk en haring) (Welleman *et al.*, 2000). Door menselijke ingrepen is het systeem echter voor een deel verstart (Haas & Tosserams, 2005).

Door inpolderen en opeenvolgende verdiepingen en geulwandverdedigingen voor de scheepvaart is de dynamiek sterk afgenomen (De Leeuw en Backx, 2001). De Westerschelde wordt gekenmerkt als een zeer drukke vaarweg en kent verschillende haven- en industriegebieden. Het is één van de drukst bevaren estuaria van de wereld. Jaarlijks varen meer dan 200.000 zee- en binnenvaartschepen de stroom op of af (Baptist *et al.*, 2007). De continue baggerwerkzaamheden in de havens vergroten tevens de troebelheid van het water (Baptist *et al.*, 2007). Daardoor zijn karakteristieke estuariene ecotopen (vooral van het intergetijdengebied) verdwenen of in areaal afgenomen. Door gebrek aan ruimte is nieuwe slik- en schorvorming onmogelijk (De Leeuw & Backx, 2001).

De Vlaamse en de Nederlandse regering hebben op 11 maart 2005 de Ontwikkelingsschets 2010 met beleidsstrategieën voor de middellange termijn voor het Schelde-estuarium vastgesteld. De schets beschrijft de maatregelen die moeten worden gerealiseerd om ervoor te zorgen dat de Schelde in 2010 veilig, toegankelijk en natuurlijk is. Een verdieping van de vaargeul is het belangrijkste onderdeel uit het akkoord. Schepen met een diepgang tot 13,10 meter moeten onafhankelijk van het getij van en naar de haven van Antwerpen kunnen varen. Daarnaast zijn afspraken gemaakt over het veiliger en natuurlijker maken van de Schelde. Afsproken maatregelen zijn lokale dijkverhogingen en de inrichting van gecontroleerde overstromingsgebieden. Ook wordt langs het Schelde-estuarium in totaal 1.000 ha nieuwe natuur voorzien, waarvan 600 ha op Nederlands grondgebied (Wijsman *et al.*, 2007).



Figuur 4. Overzicht van de Deltawerken in Zuidwest-Nederland (bron: Haas, 1998).

Tot het afsluiten van de verbinding tussen Ooster- en Westerschelde in 1870 door de aanleg van de Kreekrak- en Sloedam, was de Oosterschelde de belangrijkste benedenloop van de Schelde en een belangrijk onderdeel van het Schelde-Rijn-Maas estuarium. Het bestond uit de huidige Oosterschelde-zeearm, het Veerse meer, het Krammer-Volkerak, het Zoommeer en het Markiezaatsmeer. Na de aanleg van alle dammen in het kader van de Deltawerken zijn min of meer gescheiden waterbekkens ontstaan (Figuur 4). In de Oosterschelde is de zoetwateraanvoer minimaal geworden en is er een kleiner gebied over met gedempt getij en een hoog zoutgehalte. Veel natuurwaarden zijn daardoor verloren gegaan. Het estuariene karakter is verdwenen, door het ontbreken van zand- en slibaanvoer is ook de morfodynamiek verdwenen en is het systeem eroderend (Haas & Tosserams, 2005). Daarnaast kampt de Oosterschelde met de zogenaamde zandhonger. Als gevolg van verkleining van de monding (waar de pijlers van de Stormvloedkering staan) kan er minder water in- en uitstromen dan voorheen. De getijdegeulen zijn te groot voor hun functie en het systeem neigt ernaar deze op te vullen met zand van de platen. Met andere woorden, het areaal aan platen neemt af, dit speelt een belangrijke rol in de ruimte die de Oosterschelde biedt voor onder andere kokkels en scholeksters (Geurts van Kessel, 2004).

Ten slotte behoren de volgende wateren tot de voormalige zoute delta/Oosterschelde: het Zoommeer en het Markiezaatsmeer die stagnant zoet zijn (De Leeuw en Backx, 2001) en het Veerse Meer dat nu een afgesloten brakwaterbekken is. Deze afgesloten bekkens hebben met name problemen met eutrofiëring en stratificatie, waardoor er een troebel onaantrekkelijk water ontstaat met vaak zuurstoftekort (WL, startdocument 'Rijke Delta', 2008). De waterkwaliteit van het Veerse Meer is door aanleg van het doorlaatmiddel voor de uitwisseling van schoon zout water uit de Oosterschelde inmiddels wel sterk verbeterd (Haas & Tosserams, 2005).

3.6 Conclusie

De oorspronkelijke Nederlandse delta is aan veel veranderingen onderhevig geweest. Concluderend kunnen we in Nederland tegenwoordig nog vier soorten 'estuaria' onderscheiden:

1. *Afgesloten (voormalige) estuaria*: IJsselmeer, Lauwersmeer, Grevelingen en het Haringvliet. Er is sprake van een harde/plotselinge overgang waardoor geen natuurlijke estuariene dynamiek aanwezig is. De drie zoetwaterbekkens worden gekenmerkt door spuisluizen richting de zee waardoor vaak periodiek sterk gepulseerde aanvoer van zoet water optreedt. Daarnaast heeft de Grevelingen weliswaar nog wel wat toevoer van zout water, maar de zoetwatertoevoer is er zeer beperkt.
2. *Deels afgesloten estuarium*: de Oosterschelde. Is na afsluiting verworpen tot een zeearm met open verbinding naar de zee maar met weinig toevoer van zoet water. Veel natuurwaarden zijn verloren gegaan en door de zandhonger neemt het intergetijdengebied steeds verder af.
3. *Open estuaria*: de Westerschelde en de Eems-Dollard. Deze zijn mede voor de scheepvaart en de bereikbaarheid van verder landinwaarts gelegen havengebieden niet afgesloten. Hier is de estuariene dynamiek nog aanwezig, maar beide estuaria kampen door het intensieve gebruik (verdiepingen en baggeren) met (grote) problemen.
4. *Niet natuurlijke estuaria*: de Nieuwe Waterweg staat in open verbinding met de zee er is geen sprake van natuurlijke estuariene dynamiek en een intergetijdengebied ontbreekt.

Functies als veiligheid, zoetwatervoorziening en scheepvaart zijn de reden tot de afsluiting geweest. De afsluiting heeft vervolgens weer geleid tot een intensivering van het gebruik zowel op het water als het aangrenzende land zoals voor (water) recreatie, landbouw en bewoning. De Nederlandse estuaria zijn hierdoor intensief gebruikte gebieden. In bijlage 1 is een tabel met een beknopte weergave van de huidige gebruiksfuncties van de Zuidwestelijke Delta en Noord-Nederland opgenomen.

Zo vervult de Zuidwestelijke Delta door de ligging ten opzichte van de drukke Randstad, en door rust, ruimte en water tegenwoordig een belangrijke recreatieve functie. De voormalige estuaria (Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde, en Veerse meer) zijn geschikt voor allerlei vormen van watersport; surfen, zeilen en duiken.

In de noordelijke delta is het IJsselmeer inmiddels ook een populair gebied voor watersporters. In het Waddengebied vindt ook recreatie plaats, deze is minder intensief en meer gericht op natuurbeleving (denk aan wadlopen).

Een veel voorkomende vorm van visserij in de (voormalige) estuaria is fuikvisserij op onder andere paling. In de Oosterschelde vindt daarnaast nog kubbenvisserij op kreeft plaats. In de Waddenzee wordt op garnalen gevist en in mindere mate op platvis en rondvis. Mosselzaad dat dient voor de mosselkweek op percelen in de Waddenzee en de Oosterschelde wordt jaarlijks in het voor- en najaar in de Waddenzee gevangen. In bodem- en hangculturen worden deze vervolgens opgekweekt. Tegenwoordig wordt (op experimentele wijze) tevens mosselzaad gevangen in de zogenaamde Mosselzaad- invanginstallaties (MZI's). Aquacultuur in en nabij het zoute water vindt momenteel in de Zuidwestelijke Delta plaats in de vorm van oesterteelt, kokkelkweek en zagerkweek. Deze industrie is groeiende en er zijn verschillende innovatieve initiatieven gaande (zie hoofdstuk 1). Bij de spuikompen in de Afsluitdijk (aan de Waddenzeezijde) wordt op spiering gevist met behulp van raamkuilen. In het IJsselmeer wordt met schiet- en grote fuiken op paling gevist, met staand want op snoekbaars en met de zegenvisserij wordt gevist op wit vis (brasem, blankvoorn). Naast de beroepsvisserij vindt ook recreatieve visserij plaats.

4 Herstel van zoet-zoutovergangen

4.1 Inleiding

In Nederland is de laatste jaren veel aandacht besteed aan het herstel van estuariene overgangen. Redenen hiervoor zijn onder andere achteruitgang van natuurwaarden en de bijbehorende ecosysteemdiensten zoals die zijn besproken in hoofdstuk 2, de kansen voor een duurzame veiligheid en de toekomstige autonome ontwikkelingen die worden voorspeld (zoals versnelde zeespiegelstijging, bodemdaling en veranderingen in zoetwaterafvoer; De Leeuw en Backx, 2001). Voor het herstellen van zoet-zoutovergangen geldt dat het 'Herstel en Inrichtingsprogramma voor de Rijkswateren' kan worden benut voor uitvoering van maatregelen (Haas & Tosserams, 2005). Daarnaast speelt het Deltaprogramma dat staat voor 'Veiligheid, natuur en productiviteit' een belangrijke rol. Het Deltaprogramma is een nationaal programma waarin rijksoverheid, provincies, gemeenten en waterschappen samen werken met maatschappelijke organisaties, bedrijfsleven en kennisinstututen, onder regie van de regeringscommissaris voor het Deltaprogramma (de Deltacommissaris).

In dit hoofdstuk wordt per stroomgebied behandeld wat de meerwaarde is van het herstel van de overgangen voor dat specifieke stroomgebied en een overzicht worden gegeven van plannen voor herstel.

4.2 Eems

4.2.1 Meerwaarde van herstel

Het Eems-Dollard-estuarium is, met de Westerschelde, het enige nog resterende estuarium met een natuurlijke zoet-zoutovergang. Echter door het huidige gebruik (met name de verdieping) is de kwaliteit van het systeem hard achteruitgegaan: het water is troebel, de waterkwaliteit is slecht, de vloedstroom is te sterk en de rivier heeft te weinig ruimte (Raad voor de Wadden, 2008).

De meerwaarde van het herstel ligt vooral in het herstel van de waterkwaliteit: een grotere helderheid en zuurstofrijkheid van het water; terugkeer van zeegrasvelden, droogvallende schelpbanken (en daarmee het terugbrengen/vergroten van de filterende werking door schelpdieren) en kwelders; herstel van populaties van kenmerkende soorten als trekvis en de kraamkamerfunctie voor platvis en garnalen. De kwaliteit van de omgeving om in te wonen en te werken verbetert en het toerisme kan opbloeien in de vorm van ecotoerisme. De verwachting is dat baggerwerkzaamheden minder frequent plaats hoeven te vinden en dat de grote getijverschillen afnemen wat bijdraagt aan de klimaatbestendigheid van het gebied.

4.2.2 Herstelplannen

Er zijn verschillende initiatieven ontstaan om de kwaliteit van de Eems te verbeteren. De Waddenvereniging heeft vanaf 2007 de campagne 'Red de Eems' opgezet. Ook het Wereld Natuur Fonds in Duitsland zet zich in voor een natuurlijker Eems, onder andere door alternatieven te zoeken voor verdergaande kanalisatie. Op 4 maart 2011 ondertekenden zes natuur- en milieuorganisaties, RWE, Nuon en Groningen Seaports de verklaring 'E-Pact- Samen sterk voor natuur, milieu en economie in de Eemsdelta' om zich in te zetten voor duurzaamheid en kwaliteit van natuur en landschap. De

doelstellingen van het E-pact richten zich ook op natuurherstel in het Eems-Dollard-estuarium.

De doelen die bereikt moeten worden met het herstel zijn: herstel habitat als zeegrasvelden, schelpdierbanken en kwelders, verbetering van het voedselweb met focus op ecologische interacties, herstel van waterkwaliteit en herstel van een natuurlijke brakwaterzone met bijbehorende fysische waterkwaliteit (Raad voor de Wadden 2008). De doelen moeten gerealiseerd worden door het verminderen van de baggeractiviteiten en het herstel van de natuurlijke dynamiek van het Eems-estuarium.

In het herstelplan Eems en Dollard 'Levende Eems' (Van der Welle en Meire, 1999) worden onder andere de volgende maatregelen besproken:

- A. Maatregelen binnen de huidige bedijkte ruimte van de rivier:
- verlagen buitendijkse gronden;
 - ontwikkeling natuurlijke kwelders en rivierbossen;
 - vergroten slikken en kwelderareaal in het brakke gedeelte van de rivier;
- B. Maatregelen voor meer ruimte buiten de bedijkte rivier:
- gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG's);
 - dijkverplaatsing.

Voor de Kaderrichtlijn Water is een stroomgebiedbeheerplan 2009 – 2015 voor de Eems opgesteld (Ministerie Verkeer en Waterstaat, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2009a). Hierin staan de volgende opgaven: oplossen puntbronnen, verwijderen verontreinigde bagger, verwijderen stuwen in het stroomgebied, vis passeerbaar maken, en verbreden en hermeanderen van snel stromend water.

De Nederlandse en Duitse overheid gaan samen met verschillende belangenorganisaties een verdrag opstellen om de getijdennatuur in het Natura 2000-gebied Eems-Dollard te handhaven; dit moet in 2013 gereed zijn. Afspraken over de Eems-Dollard worden vastgelegd in het Integraal Management Plan Eems-Dollard (IMP Eems-Dollard). In het plan komt te staan hoe de economische ontwikkeling van het gebied en de natuurwaarden van het gebied met elkaar in evenwicht gebracht kunnen worden. Een van de onderdelen van het IMP Eems-Dollard is het Natura 2000-beheerplan. Het verdrag geeft uitvoering aan verplichtingen onder meer voor de Kaderrichtlijn Water en de Natura 2000-richtlijn (www.vromtotaal.nl).

4.3 Rijn (midden en noord)

4.3.1 Meerwaarde van herstel

Het IJsselmeer biedt voor de Wadden de beste mogelijkheden om een estuariene overgang te herstellen. Door de inrichting van een brakwaterzone aansluitend op de Afsluitdijk kan de verbinding tussen het stroomgebied van de Rijn en de Waddenzee worden hersteld. Dit geeft migrerende vissoorten de kans de rivieren weer op te trekken. Daarnaast kan het IJsselmeer door de grootte van het bekken ruimte bieden aan vele habitats, natuurlijke processen en natuurlijke dynamiek (Raad voor de Wadden 2008).

Door het af en toe inlaten van zout water ontstaan in een groot deel van het Lauwersmeer weer kwelders. Het openstellen van het spuicomplex zorgt voor een beperkt getij. Het peil varieert tussen -0,5 m NAP en -1.0 m NAP zodat de afvoer van boezemwater uit Friesland onder vrij verval mogelijk blijft. Door beweiding toe te laten blijft de vegetatie laag en krijgt het landschap weer haar open karakter. In het

zuidelijke deel van het gebied zorgt de aanvoer van zoet water voor een landschap met rietvegetatie en met bos op de hogere delen. Daarnaast zorgt openstellen van het spuicomplex voor het optrekbaar maken voor migrerende vissoorten (Raad voor de Wadden, 2008).

4.3.2 Herstelplannen

Uitgaande van de hogere rivierafvoer nu en in de toekomst heeft de Deltacommissie (2008) geadviseerd het waterpeil van het IJsselmeer met anderhalve meter te verhogen. Rijkswaterstaat werkt aan de realisatie van extra spuicapaciteit vanaf 2016. Hierbij wordt een voorziening gerealiseerd om vismigratie mogelijk te maken.

Voor het IJsselmeer en vooral de Afsluitdijk zijn de afgelopen jaren verschillende visies ontstaan met betrekking tot de inrichting voor onder andere verkeer, natuur, duurzame energie en de recreatieve functie. Vooral nu ook allerlei andere initiatieven in en rond het IJsselmeer volop in de belangstelling staan, biedt dit mogelijkheden voor het herstel van de estuariene dynamiek. De Raad voor de Wadden adviseert om de haalbaarheid van een integraal project in dit gebied te onderzoeken. Naast een zoet-zoutovergang zouden daar ook het versterken van de Afsluitdijk, het realiseren van extra spuicapaciteit, de mogelijkheden voor energiewinning op het grensvlak van zoet en zout water en de recreatieve ontwikkeling van het IJsselmeer in moeten worden meegenomen (Raad voor de Wadden, 2008).

Een marktverkenning heeft vier visies opgeleverd die de opknopbeurt (aanpassen aan stormvloednorm van 1/10.000^e) van de Afsluitdijk combineren met andere initiatieven. Als referentie voor deze vier visies heeft Rijkswaterstaat twee oplossingen voor de opknopbeurt ontwikkeld. Deze leveren alleen de noodzakelijke veiligheidsverbeteringen. In 2011 neemt het kabinet een voorkeursbeslissing over de opknopbeurt van de Afsluitdijk en over de vraag in hoeverre de visies daarin vorm krijgen. De voorkeursbeslissing wordt genomen in de vorm van een structuurvisie. Een structuurvisie is een ruimtelijk plan met een kaart waarin het rijk de gewenste ruimtelijke ontwikkeling voor de Afsluitdijk aangeeft. De planstudiefase begint na het kabinetsbesluit. (www.rijkswaterstaat.nl)

De marktverkenning heeft de volgende vier integrale visies opgeleverd.

WaddenWerken.

Deelnemers consortium: DHV, IMARES Wageningen UR en Alle Hosper.

- Combinatie van veiligheid en ecologie: 'building with nature';
- Verbreden met kwelders/ duinen (natuurgebied) in de Waddenzee die meegroeien;
- Zoet-zoutovergang bij Den Oever;
- Verbreding profiel: ruimte voor recreatie en duurzame energie.

Afsluitdijk 21e eeuw.

Deelnemers consortium: Arcadis, Dredging International, Nuon, H+N+S Landschaps-architecten.

- Combinatie van overslagdijk en brak tussenmeer met ontwikkelingen IJsselmeer;
- Spuien als het kan, pompen als het moet (tot 2050 energieneutraal);
- Veel vormen van duurzame energie;
- Lozen brak water bij Kornwerderzand.

Monument in Balans.

Deelnemers consortium: Oranjewoud, GD Architecten, Noordpeil landschap en stedenbouw, en CE Delft.

- Karakteristieke Afsluitdijk zoveel mogelijk in stand houden;
- Aansluiten bij gebiedsontwikkeling in koppen Noord-Holland en Fryslân;

- Aantal knelpunten infrastructuur oppakken;
- Brakke zones bij spuilsuizen Den Oever (IJsselmeer) en Kornwerderzand (beide kanten).

Natuurlijk Afsluitdijk.

Deelnemers consortium: Wubbo Ockels BV, Royal Haskoning, Van Oord, Lievense, BAM, Rabobank en Eneco.

- Extra (natuur)dijk aan IJsselmeerzijde met diverse functies: natuur, recreatie, energie;
- Duurzame energie: valmeer, zonne-energie, windenergie en osmose;
- Neutrale grondbalans;
- Gefaseerd in de tijd;
- Hoogwaardig Openbaar Vervoer;
- Brakwater lozing op Waddenzee.

De vier visies zijn te vinden op www.rijkswaterstaat.nl.

Natuurorganisaties hebben in 2006 een plan gepresenteerd om zout water in de Lauwersmeer te laten stromen. Eb en vloed zou beperkt toegelaten moeten worden. Ook zou er een beperkt aantal keren hoog tij per jaar moeten komen, waardoor platen overspoelen met brak water. Bos- en rietontwikkeling krijgen hierdoor geen kans en het leefgebied voor vogels blijft behouden (www.zeeinzicht.nl).

4.4 Rijn – West / Maas

Omdat de bestaande plannen en studies vaak voor de hele Zuidwestelijke Delta worden opgesteld, zijn de zoet-zoutovergangen van Rijn en Maas samengenomen.

4.4.1 Meerwaarde van herstel

Diadrome vissoorten als paling, fint en zalm kunnen bij herstel weer van en naar hun paaigebieden trekken. Door de natuurlijkere menging van het zoete en het zoute water wordt de natuurlijke zuiverende werking van een estuarium hersteld, wordt organisch materiaal uit de rivieren omgezet in bruikbare voedingsstoffen en wordt het systeem gezonder en productiever. De fluctuatie in zoutgehalte in de zuidelijke delta wordt minder groot waardoor er een stabielere omgeving ontstaat voor estuariene soorten. Ook zal er door het omzetten van organisch materiaal en in beweging blijven van het water minder slib bezinken waardoor baggeren minder plaats hoeft te vinden.

Specifiek in de Oosterschelde speelt het oplossen van de zandhonger een belangrijke rol. Het is belangrijk de natuurlijke (morfo)dynamiek, de slikken en de schorren en de tijd dat de slikken droogvallen te behouden waardoor habitat voor benthos en belangrijk foerageergebied voor vogels behouden blijft. Daarnaast kan het effect van zandhonger ook consequenties hebben voor andere gebruiksfuncties. Denk hierbij aan scheepvaart, visserij, recreatie en veiligheid. Ook hiervoor is het van belang de zandhonger te stoppen en de slikken en platen te herstellen.

Een gedeeltelijk herstel van getijdynamiek heeft op de afgesloten meren (Veerse meer en Grevelingen) een zeer positieve uitwerking. Het eerste initiatief in dat kader, de aanleg van de Katse Heule als verbindingsschakel tussen Oosterschelde en Veerse Meer, laat dit zien. Reeds één jaar na realisering van het kunstwerk was de waterkwaliteit in het Veerse Meer zodanig verbeterd dat er ook in het westelijke deel mosselzaad is gevallen (Broodman, 2006).

4.4.2 Herstelplannen

In de Zuidwestelijke Delta is op dit moment een aantal grote projecten en studies in uitvoering of voorbereiding. Deze plannen zijn met name gericht op: het herstel estuariene dynamiek, natuurontwikkeling, verbetering van de waterkwaliteit, waterberging en om de zandhonger in Oosterschelde tegen te gaan.

Voor het herstel van de gradiënten hebben Haas & Tosserams (2005) een studie gedaan naar de mogelijkheden tot herstel van zoet-zout gradiënten. Gezien de grote hoeveelheid aan plannen wordt verwezen naar bijlagen 2 en 3. In bijlage 2 is met behulp van vier plaatjes geïllustreerd hoe de gradiënten in de Zuidwestelijke Delta hersteld zouden kunnen worden.

Om in de toekomst meer dynamiek in de delta toe te kunnen laten, staan in het ontwerp 'Uitvoeringsprogramma Zuidwestelijke Delta 2010-2015+' (Stuurgroep Zuidwestelijke Delta, 2010) doelstellingen genoemd om de zoetwatervoorziening rondom het Volkerak-Zoommeer en het Haringvliet op orde te brengen om zo de land- en tuinbouw, industrie- en drinkwatervoorziening te continueren.

In 2000 is het Besluit beheer Haringvlietsluizen (het zogenoemde 'Kierbesluit') genomen. Het Kierbesluit houdt in dat de sluisen anders worden beheerd; de sluisen komen niet alleen bij eb, maar ook bij vloed beperkt open te staan. Doel van het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen is het herstel van een meer geleidelijke zoet-zout-gradiënt in het Haringvliet en het bevorderen van de vismigratie naar bovenstrooms gelegen delen van de Rijn en de Maas (Rijkswaterstaat, 2011).

In eerste instantie was er in de regio weinig draagvlak voor de maatregel. In 2010 is dan ook in het regeerakkoord opgenomen het Kierbesluit niet uit te voeren. In juni 2011 is echter besloten wel tot de maatregel over te gaan. Het Kierbesluit wordt nu stapsgewijs en gecontroleerd ingevoerd zodat het beheer kan worden aangepast als ontwikkelingen daar aanleiding toe geven (bron: Rijkswaterstaat).

Er is nog te weinig inzicht in de zandhonger in de Oosterschelde om deze tegen te gaan, wel zijn er een aantal praktijkproeven aan de gang om hier een oplossing voor te vinden:

1. *Proef plaatsuppletie Galgeplaat (2008).*

Hierbij is suppletie op het slik aangebracht, vervolgens is er naar de volgende processen gekeken: de aanbrengmethode, de morfologische ontwikkeling, ecologische ontwikkeling en de invloed op schelpdierpercelen.

2. *Proef Schelpdierbanken (2009).*

De bedoeling is dat de 'banken' van oesterschelpen de golfslag intomen. Het achterliggende idee is dat de oesterpopulatie zich vermenigvuldigt doordat oesterlarven zich aan de schelpen hechten, waardoor een levend rif ontstaat. Dat rif moet niet alleen de erosie remmen, maar ook de biodiversiteit op de slikken en platen veiligstellen.

Verder worden er ook enkele studies uitgevoerd naar de zandimport door de kering en het vervangen van stortsteen door suppletie (Togt, 2008).

4.5 Schelde

4.5.1 Meerwaarde van herstel

Meerwaarde voor het herstel van de het Schelde-estuarium ligt in herstel van de fysische, chemische en ecologische processen die zullen leiden tot herstel van habitats en populaties. De belangrijkste factor voor de optimalisatie van bijna alle natuurlijke processen in het estuarium is ruimte. Voldoende ruimtelijke uitbreiding van het estuarium zal via procesherstel haast alle waardevolle habitattypen kunnen opleveren, de nu nog steeds voortschrijdende degradatie van het natuurlijk systeem stoppen en op termijn leiden tot herstel en verbetering. Door in te zetten op voldoende ruimte worden bovendien willekeurige keuzen voor arealen met specifieke habitattypen of voor bepaalde soorten vermeden.

4.5.2 Herstelplannen

Voor de 'Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium' (Projectdirectie Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium, 2005) is een omvangrijk natuurontwikkelingsprogramma uitgewerkt. Belangrijk is de morfodynamiek van het systeem. Door de grote getijslag in het gebied valt met laagwater een grote oppervlakte slikken en platen droog en ontstaat op het schor een karakteristieke vegetatiezoning. Ook de zoutinvloed is in hoge mate bepalend voor het ecosysteem. De bestaande morfodynamiek van het totale systeem zal door het natuurontwikkelingsprogramma nauwelijks veranderen (Haas & Tosserams, 2005).

Het Natuurpakket Westerschelde richt zich op de ontwikkeling van 600 ha estuariene natuur langs de Westerschelde, waarbij in het westelijke deel de nadruk ligt op de ontwikkeling van mariene en estuariene natuur. De locaties voor 300 ha zijn vastgesteld door aanwijzing van de Hedwigepolder-Prosperpolder en het Zwin in de Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium. Voor de ontwikkeling van estuariene natuur in de Hedwigepolder worden alternatieven gezocht. Voor de overige 300 ha is wel een aantal geschikte mogelijkheden aangewezen die nu nader worden onderzocht. Eén ervan is het lopende project Waterdunen. Dit project bestaat uit een combinatie van kustversterking en 300 ha gebiedsontwikkeling in de kuststrook en de achterliggende polder direct ten westen van Breskens. Hierbij vindt verweving van landschap, natuur en recreatie plaats, waarbij in de voormalige landbouwpolder estuariene natuur wordt ontwikkeld in combinatie met de gewenste recreatief-toeristische kwaliteitsslag (Boudewijn *et al.*, 2008).

In het 'Stroomgebiedbeheerplan Schelde 2009-2015' worden maatregelen beschreven om de waterkwaliteit te verbeteren, waarbij waterlopen worden heringericht en verbindingzones worden aangelegd (Ministerie Verkeer en Waterstaat, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2009b).

4.6 Belemmeringen en kansen voor herstel

4.6.1 Belemmeringen

Voor de nog natuurlijke estuaria geldt dat we bij het beheren afhankelijk zijn van onze buurlanden: de Eems-Dollard grenst aan Duitsland, en de Westerschelde is ook voor België een belangrijk vaarwater. Hierdoor zijn we afhankelijk van bestaande verdragen: het Eems-Dollardverdrag en het Verdrag met Vlaanderen betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium.

Voor alle estuaria geldt dat de implementatie van de Kaderrichtlijn Water en de Vogel- en Habitatrichtlijn eveneens sturend zullen zijn voor de te nemen maatregelen op middellange termijn. Een gecompliceerde factor hierbij is dat de Zuidwestelijke Delta tot drie stroomgebieden behoort: Rijn, Maas en Schelde (Haas & Tosserams, 2005).

Voor de overige estuaria geldt dat er vooral te weinig draagvlak is voor de inlaat van zout water, bijvoorbeeld bij het Lauwersmeer en de Haringvlietsluizen. Veel belemmeringen hebben te maken met het huidige gebruik, onder andere landbouw, zoetwaterinlaat, scheepvaart en industrie. Mogelijk verandert ook de recreatieve functie van een gebied bij het realiseren van een open estuarium; dit zal niet altijd positief zijn.

De beschikbare hoeveelheid zoet water voor landbouw en drinkwatervoorzieningen, en het effect van zoutwaterinlaat op kwel in de omringende landbouwgronden wordt als groot probleem gezien.

Het IJsselmeer is voor de zoetwatervoorziening van cruciaal belang voor Noord- en West-Nederland. Benutting van de estuariene potentie van het IJsselmeer kan daarom al snel leiden tot grote consequenties voor andere functies die een brede afweging vereisen. Vooral in Zeeland is er veel weerstand tegen de inlaat van zout water vooral door de cultuur en het ontstaan van de provincie, men wil niet zomaar het land teruggeven aan de natuur.

Belemmeringen hebben ook vaak te maken met het kostenplaatje. Sommige maatregelen zijn kostbaar en leveren niet direct geld op, bijvoorbeeld het verplaatsen van zoetwaterinlaatpunten. Daar komt bij dat de (hoge) kosten eenvoudig duidelijk gemaakt kunnen worden, terwijl de baten veel minder zichtbaar en moeilijker te bepalen zijn. Met het oog op de bezuinigingen van de regering zal dit een belangrijke belemmering vormen.

De intensieve scheepvaart in de Eems-Dollard en de Schelde zorgt voor de noodzaak de diepte van de vaargeulen bij te houden door middel van baggeren. Dit veroorzaakt vertroebeling van het water. De vaargeulen hebben ook een negatief effect op de slikken en de platen, doordat deze afkalven en het zand en slib hiervan in de vaargeul terecht komt.

Voor de Oosterschelde geldt dat zolang er nog geen oplossingen zijn om de zandhonger op te lossen er een groot areaal aan schorren en platen zal verdwijnen waardoor belangrijke getijdennatuur verdwijnt.

In het nieuwe regeerakkoord zijn verschillende punten opgenomen die invloed hebben op de aanleg van de Deltanatuurgebieden. In het regeerakkoord staat dat er geen gebieden meer ontpolderd mogen worden. Bij de aanleg van nieuwe natuur door Deltanatuur is hier vaak sprake van want buitendijkse gebieden komen weer in verbinding te staan met de rivier en daarmee onder invloed van eb en vloed. Er zijn een paar uitzonderingen waarbij ontpoldering wel mogelijk is. Het gaat hierbij om:

- vernattings- of ontpolderingsprojecten die bijdragen aan het vergroten van de waterveiligheid;
- projecten waarvoor al harde juridische verplichtingen met particulieren of organisaties zijn aangegaan.

Voor projecten die bijdragen aan Natura 2000-doelen moet bekeken worden of ze gerealiseerd kunnen worden zonder vernatting of ontpoldering (<http://www.deltanatuur.nl/content.asp>). Voor een aantal van deze projecten gelden internationale verplichtingen waarvan Nederland niet zomaar af kan stappen.

De Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen verplichten Nederland om die achteruitgang te stoppen. Er zijn wel kosteneffectieve mogelijkheden om de internationale afspraken in het vizier te houden, zoals het concentreren op het beheer van bestaande natuurgebieden (in het bijzonder de Europees beschermde Natura 2000-gebieden) en het verbeteren van de milieu- en watercondities.

Een bedreiging van aquacultuur voor de natuurlijke biodiversiteit is de introductie van exoten. Deze kunnen grote gevolgen op het ecosysteem hebben. Zo heeft de introductie van de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) in de Oosterschelde geleid tot het ontstaan van wilde oesterriffen die mogelijk concurreren om voedsel en plaats met andere schelpdiersoorten (Geurts van Kessel *et al.*, 2004).

4.6.2 In welke estuaria liggen de grootste kansen?

De Eems-Dollard en de Schelde zijn het minst aangetast, de estuariene dynamiek is hier nog grotendeels intact. Een toename van het areaal 'wetlands' langs de rivier de Eems zou het ecologisch functioneren en het dynamische evenwicht van sedimentatie en erosie kunnen herstellen, hoewel daarvoor wellicht ingrijpende maatregelen nodig zijn (Raad voor de Wadden, 2008). Voor de Schelde zou deze maatregel ook een grote stimulans zijn. Door de waterkwaliteitsproblemen verder aan te pakken (verminderen baggerwerkzaamheden) en te zorgen dat beide systemen meer ruimte krijgen om zo de aanwas van kwelders en schorren te stimuleren, kan een grote slag gemaakt worden om zo de kwaliteit van deze systemen terug te brengen.

Ontwikkelingen van de mogelijkheden voor vismigratie is op veel plaatsen kansrijk en technisch goed uitvoerbaar. Het herstel van de zoet-zoutovergang in het IJsselmeer en Haringvliet kan zorgen voor vrije doorgang van diadrome vissoorten naar de Rijn en de Maas. Er is in andere EU-landen waar deze rivieren doorheen stromen hard gewerkt om de stuwen in de rivieren voor deze vissen passeerbaar te maken waardoor ze hun paaigronden kunnen bereiken. In Nederland ligt hiervoor de laatste schakel.

Uit een studie van Wageningen Universiteit (Boehnke-Henrichs & De Groot, 2010) in opdracht van het Wereld Natuur Fonds (WNF) blijkt dat zout water in het Haringvliet de opname van fijn stof en stikstof ten goede zou komen doordat er bij een open verbinding een andere natuurlijke begroeiing van met name wilgenbossen ontstaat.

De grootste kansen zijn er als de plannen voor herstel van zoet-zoutovergangen samen gaan met bestaande plannen voor bijvoorbeeld dijkverhoging die in het kader van veiligheid worden uitgevoerd. Ook moet er zoveel mogelijk ingespeeld worden op de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000-gebieden. Daarnaast zijn er door het herstellen van de estuariene dynamiek kansen om de recreatieve sector en het woonplezier van zo'n gebied een impuls te geven.

5 Kansen voor Aquacultuur

5.1 Inleiding

Herstel van zoet-zoutovergangen, die tot op heden veelal op basis van vooral ecologische argumenten is bepleit, blijkt gegeven de weerstand die er bestaat tegen het weer toelaten van zout water in onze voormalige estuaria en de nadelige effecten daarvan op de huidige gebruiksfuncties van die estuaria, geen gemakkelijke of in sommige gevallen zelfs een onbegaanbare weg. Voor de Natuurverkenning 2011 wordt in dit onderzoek daarom ook aandacht besteed aan de kansen voor aquacultuur in estuaria. Hierbij kan worden gedacht aan open vormen van zoute of zilte aquacultuur, die gebruik maken van de lokale omstandigheden in de (deels herstelde) zoet-zoutovergangen.

5.2 Aquacultuur in Nederland

De aquacultuursector heeft zich op Europees niveau ontwikkeld tot een belangrijke industrie. De afgelopen tien jaar is de productie van forel, zalm, zeebaars en zeebrasem in viskwekerijen en de teelt van schelpdieren zoals mosselen, oesters en kokkels met meer dan een derde toegenomen. Daarnaast is ook de kweek van wormen (als aas en visvoer) sterk uitgebouwd. Toch groeit de aquacultuursector in de EU langzamer dan in de rest van de wereld (Stuyt, 2009).

In Nederland is 90% van de vis die in aquacultuur (in gesloten circulatiesystemen) geproduceerd wordt, zoetwatervis. Er is echter sprake van een geleidelijke verschuiving naar zoute aquacultuur, omdat zoet water steeds meer beperkend wordt en onze kennis van het opkweken van mariene organismen gestaag aan het toenemen is. Deze ontwikkeling en versnelling is te danken aan wetenschappelijk onderzoek; de toename van productie is direct te koppelen aan de toename van de kennis. Ook de verwachte afnemende beschikbaarheid van voldoende en beschikbaar zoet water maakt dat de ontwikkelingen van brakke en zoute aquacultuur steeds meer op de voorgrond treedt (Stuyt, 2009).

Langzamerhand is in de aquacultuur een verschuiving te zien van gesloten kweek van enkele soorten naar een duurzamere manier van produceren waarin de kweek van verschillende soorten gecombineerd wordt. Verschillende voorbeelden van innovatieve en kansrijke initiatieven van zilte aquacultuur worden in paragraaf 5.3 en in bijlage 4 beschreven.

5.3 Kansen en initiatieven voor zilte aquacultuur

De volgende vormen van zilte aquacultuur kunnen worden onderscheiden:

- enkelvoudige kweek van schelpdieren;
- kweek/snij van algen, wieren of planten;
- mengculturen en geïntegreerde kweek.

De enkelvoudige kweek van schelpdieren vindt (in vooral de Zuidwestelijke Delta) reeds plaats in Nederland op commerciële wijze. Het gaat hierbij met name om kweek van mosselen en oesters. De overige twee vormen van aquacultuur zijn nog in ontwikkeling en worden daarom hieronder besproken.

5.3.1 Zilte gewassenteelt

In Nederland komt een rijke, zilte flora voor. Traditioneel worden deze zilte groenten, en dan voornamelijk zeeaster (*Aster tripolium*) en zeekraal (*Salicornia europea*), in 'het wild' gesneden op de Zeeuwse schorren. De zilte groenten genieten toenemende bekendheid in de lokale keuken met een stijgende vraag naar deze producten tot gevolg. De wildsnij van deze groenten wordt echter in toenemende mate beperkt met het oog op de bescherming van de zilte vegetatie in kwetsbare gebieden. Daardoor heeft de vraag het aanbod al ingehaald (www.aquavlan.eu).

In een studie naar de mogelijkheden voor zilte teelt in Nederland is de Europese flora gescreend op aantoonbare aanwezigheid in een kust- of zilte omgeving. Dit resulteerde in een uitgebreide lijst van plantensoorten. Uit deze lijst wordt duidelijk dat er behalve nieuwe voedingsgewassen ook mogelijkheden zijn voor zilte siergewassen in de tuin, kruiden, biomassagewassen en landbouwgewassen. In Vos *et al.* (2006-2010) wordt deze lijst van planten weergegeven en worden mogelijkheden voor toepassing op Texel besproken. Een voorbeeld van een initiatief op het gebied van zilte teelt is de Stichting Sint Donatus die erin geslaagd is zilte zeekool geschikt te maken voor de professionele teelt.

5.3.2 Mengculturen en geïntegreerde kweek

Gelijktijdige kweek van verschillende organismen kan plaatsvinden als mengcultuur of als geschakelde cultuur (geïntegreerde kweek). Mengcultuur maakt gebruik van het principe dat verschillende te kweken soorten verschillende ecologische niches (ruimtelijk en voedsel) kunnen benutten in dezelfde ruimte. Naast verschillende soorten vissen kunnen ook schaaldieren in een mengcultuur met vis worden gekweekt (b.v. garnaal en harder). Onder optimale condities is de productie van de organismen in een mengcultuur dan hoger dan wanneer deze soorten in een monocultuur gekweekt zouden worden (synergie). Bij de meeste vormen van mengcultuur is sprake van een extensieve vorm van visteelt met een vrij lage productie.

Geschakelde systemen zijn combinaties van zilte plantenteelt met teelt van vis, schelpdieren, wormen en/of wieren waarbij producten van de ene cultuur (afvalwater, algen) worden gebruikt als voeding voor de volgende cultuur door een cascade (aaneenschakeling) van productiesystemen. Met deze vorm van geïntegreerde kweek kan bijvoorbeeld afvalwater gezuiverd worden door planten te laten groeien in het uitstroomwater van een viskwekerij.

De nutriënten worden verwijderd en de planten voegen zuurstof toe aan het water. Hierdoor kan het water hergebruikt worden voor de viskweek. Met deze methode kan de zuivering van afvalwater milieuvriendelijker en goedkoper worden. Bovendien levert het een plantaardig product op dat bijvoorbeeld kan worden gevoerd aan dieren. Voorbeelden van initiatieven die met de ontwikkeling van aaneengeschakelde systemen bezig zijn:

- Stichting Zeeuwse Tong;
- Geïntegreerde aquacultuur: vis schelp en wier;
- Visserij-initiatief Zeeland.

Deze en enkele andere initiatieven worden nader toegelicht in bijlage 4.

In 2004 is een studie uitgevoerd om te onderzoeken in welke polders de combinatie van nieuwe natuur met een productiefunctie mogelijk was. Van de verschillende bestudeerde polders kwamen de Braakmanpolder, de Hellegatpolder en de Serarendspolder vanwege voldoende schoon water met een voldoende zoutgehalte in aanmerking voor de realisatie van een zeecultuurpark (Brandenburg *et al.*, 2004). Bij

het herstellen van zoet-zoutovergangen en daarmee het zoute water meer toe te laten in de Zuidwestelijke Delta, zal het aantal locaties waar deze vorm van aquacultuur, al dan niet gecombineerd met getemd getijdennatuur, mogelijk is vergroot worden. De combinatie van natuur, landschappelijk gebruik en aquacultuur wordt onder meer in de volgende initiatieven onderzocht:

- Kustlaboratorium, nauwe samenwerking tussen natuursector en de aquacultuursector;
- De Prunje als binnendijkse kweek van kokkels;
- Buurderij, een variant op de zorgboerderij.

Deze en enkele andere initiatieven worden nader toegelicht in bijlage 4.

5.4 Toekomst van de zilte aquacultuur

Vanwege de klimatologische omstandigheden in Nederland zal in de meeste gevallen de productie waarschijnlijk te laag zijn om te komen tot een rendabele exploitatie. Mogelijk biedt de klimaatverandering enige kansen maar alsnog zal de productiviteit door de seizoenen niet het gehele jaar door hoog zijn. De oplossing moet worden gezocht in het combineren van teelten. Vele combinaties van vissen, schaaldieren, schelpdieren en wieren zijn mogelijk. Het zal echter heel wat pioniers- en ontwikkelingswerk vergen om rendabele teeltcombinaties te identificeren. Daarbij moet men zich richten op het produceren van kwaliteitsproducten voor een lokale nichemarkt. Hoge producties zullen niet gehaald worden en bijgevolg is goedkope bulkproductie geen optie (Brandenburg *et al.*, 2004). In het buitenland kan vaak goedkoop geproduceerd worden en de concurrentie zal alleen maar toenemen (Stuyt, 2009). Verdiensten dienen dan ook gezocht te worden op het vlak van een Zeeuws imago wat staat voor succesvolle geïntegreerde teeltsystemen die duurzaam zijn, bijdragen aan de prachtige omgeving, en een diversiteit aan gezonde producten van eigen bodem produceren, dit alles op basis van een financieel gezonde bedrijfsvoering (Brandenburg *et al.*, 2004).

6 Kijkrichtingen: Nederland in 2040

6.1 Inleiding

Aan de hand van vier kijkrichtingen, (vitale natuur, functionele natuur, beleefbare natuur en inpasbare natuur) wordt inzicht geven in de manier waarop we de zoet-zoutovergangen in onze delta in 2040 zouden kunnen inrichten en gebruiken. Deze kijkrichtingen bevatten uitersten in de manier waarop de zoet-zoutovergangen gebruikt en beheerd kunnen worden.

De kijkrichtingen zijn tot stand gekomen door verschillende brainstormsessies te houden en verschillende literatuur te raadplegen over de huidige situatie, bestaande problemen en plannen met betrekking tot de Nederlandse estuaria. Daarnaast was het noodzakelijk vooral 'out of the box' te denken.

6.2 Vitale natuur

***Uitgangspunt.** De intrinsieke waarde van de natuur: er moet een einde komen aan het voortgaande verlies van (de mariene) biodiversiteit. Om dit te keren wordt ingezet op herstel van habitats en soorten waarvoor ons land vanuit een Europees perspectief een bijzondere verantwoordelijkheid heeft. De natuur in zee is belangrijker dan het gebruik van de zee; natuur en gebruik worden gescheiden waar nodig.*

In het noorden zijn er bij de Afsluitdijk brakke zones ingericht door een extra (natuur)dijk aan IJsselmeerzijde aan te leggen met diverse functies: natuur, kleinschalige recreatie en winning van duurzame energie. Aan de Waddenzijde is nieuwe zoute natuur gecreëerd waardoor waardevolle slikken en kwelders zijn ontstaan. In het noorden van het IJsselmeer wordt een lichte zoute invloed toegestaan, verder is het een zoetwatermeer gebleven en heeft het de functie van zoetwaterbekken behouden. Het eutrofe karakter van het IJsselmeer en Markermeer is deels weggenomen door de doorstroming van de IJssel naar het IJsselmeer en ook het Markermeer te bevorderen. Fluctuaties in waterpeil in het IJsselmeer vinden regelmatig plaats. In combinatie met verschillende natuur-inrichtingsprojecten langs de oevers van het IJssel- en Markermeer zijn geleidelijke overgangen gecreëerd waardoor er meer dynamiek is ontstaan met afwisselende habitats van een pioniersstadium tot en met moerasvegetatie. De rietvegetatie heeft er door hun filterende werking voor gezorgd dat het eutrofe karakter van het IJsselmeer en Markermeer verdwenen is. De driehoeksmosselen hebben hierdoor weer een kans gekregen en komen veelvuldig voor, en hebben een positief effect op de waterkwaliteit en zorgen voor voldoende voedsel voor vogels. Daarnaast dient de nieuwe natuur als belangrijk rust- en broedplaats voor vogels. Ook het leefgebied van de Noordse woelmuis is er op vooruitgegaan en er is een gezonde populatie ontstaan. Door aangepast ecologisch spui-beheer en de realisatie van vispassages is de intrek van trekvisen zoals de zalm, fint, houting, paling en de rivierprik bevorderd. Er is langzamerhand een op zichzelf staande populatie zalm ontstaan en ook de Atlantische steur doet het na een herinrichtingsproject weer goed. Hiervoor wordt een kleine mate van zoutindringing rond de Afsluitdijk getolereerd. Als aanvulling op het gebrek aan hoogwatervluchtplaatsen in de westelijke Waddenzee zijn hoogwatervluchtplaatsen in de vorm van zand- of schelpenstranden of -eilandjes rondom de Afsluitdijk gecreëerd. Visserij op spiering en paling is op het IJsselmeer en Markermeer niet meer toegestaan, visserij op schubvis is beperkt toegestaan. Op de Waddenzee mag beperkt worden gevist met fuiken en andere passieve vistuigen.

Bodemberoerende visserij is alleen toegestaan in aantoonbare niet-kwetsbare gebieden. Op de platen en mosselbanken mag niet meer worden gevestigd. Recreatie is op het IJsselmeer en de Waddenzee nog beperkt mogelijk vooral voor georganiseerde activiteiten. Tijdens het broedseizoen worden de broedgebieden gesloten voor publiek.

In de Zuidwestelijke Delta is het merendeel van de natuurlijke processen van een estuarium hersteld. De Haringvlietdam is het grootste deel van het jaar geopend, wat voor meer dynamiek zorgt en tevens de migratie van migrerende vissoorten weer mogelijk heeft gemaakt. In de Brouwersdam (Grevelingenmeer) zijn meer openingen gerealiseerd. De landbouwgebieden met de meeste potentie voor de natuur zijn verkweldder waardoor er zoute schorren zijn ontstaan en de invloeden van de zee en de rivieren hun gang kunnen gaan. Een groot deel van de overige reguliere landbouw heeft plaatsgemaakt voor ecologische geschakelde aquacultuur en zilte teelt met weinig bemesting en effect op de omgeving. Een deel van het rivierwater gaat niet meer via de Nieuwe Waterweg naar zee, maar wordt verdeeld over de delta, waarin ook op verscheidene plaatsen getijd is toegelaten. Hierdoor heeft ook de dynamiek in de delta zich weer kunnen herstellen en de gradiënten van zoet-zout en nat-droog zijn teruggekeerd. De natuurlijke menging van het zoete en zoute water is hersteld en de omzetting van nutriënten naar organisch materiaal en de afbraak van organisch materiaal naar nutriënten vindt weer plaats. Algen profiteren van dit verhoogde aanbod van nutriënten en de primaire productie is hierdoor omhoog gegaan waardoor het gehele systeem weer productiever is geworden. Dit levert vervolgens voedsel op voor schelpdieren en daarmee ook voor vissen en vogels waarvan de aantallen en ook de soortenrijkdom snel is gegroeid. Doordat ook het sedimenttransport tussen zee en de rivieren weer is hersteld, voert enerzijds de rivier sediment aan en anderzijds zorgt de zee, doordat deze verder landinwaarts kan komen, ook voor aanvoer van zand. Het oppervlakte aan schorren en zandplaten met getijdwerking is weer grotendeels hersteld en biedt door de verschillende gradiënten en het rijke bodemleven volop voedsel, rust en broedgebied voor verschillende vogelsoorten. Doordat meer kennis is opgedaan over het proces van zandhonger in de Oosterschelde is de nog aanwezige zandhonger succesvol aangepakt door het plaatsen van oesterriffen en het uitvoeren van zandsuppleties. Visserij is alleen op zeer kleine schaal en met passieve technieken zoals fuiken toegestaan. Aquacultuur vindt alleen plaats in gesloten geschakelde systemen waardoor er geen negatieve effecten voor de natuur optreden.

6.3 Beleefbare natuur

Uitgangspunt. De natuur heeft belevingswaarde voor de mens en is er op de eerste plaats voor mensen om van te kunnen genieten in hun directe leefomgeving. Natuur is van belang voor de lichamelijke en geestelijke gezondheid. Natuur is sterk verweven met het dagelijkse gebruik, want mensen willen wonen, werken en recreëren in een groene stad en natuurgebieden.

Langs de Afsluitdijk is aan de zoete en zoute kant natuur aangelegd in combinatie met wonen in het groen en recreatieve voorzieningen. Het IJsselmeer is met name voor de pleziervaart erg aantrekkelijk en het noorden (Waddengebied) wordt vooral bezocht door mensen die op zoek zijn naar rust en ruimte. Er zijn allerlei recreatieve uitjes en activiteiten mogelijk zoals wandelen en zeehonden & vogels spotten op bijvoorbeeld Rottumerplaat. Er zijn in dit gebied geen nieuwe industrieën en/of energiecentrales bijgekomen die het zicht (open horizon) hebben beïnvloed; ze staan ook niet op de planning.

Een groot deel van de natuurgebieden is ontsloten voor toeristen; in deze gebieden zijn tal van recreatieve voorzieningen (fietspaden, pontje, camping, bungalowpark,

bootverhuur, restaurant) ontwikkeld. Enige concentratie van recreatieve voorzieningen heeft ervoor gezorgd dat 'rust en ruimte' niet overal in gevaar komen. De (zwem) waterkwaliteit is aanzienlijk verbeterd en ook de soortenrijkdom is verhoogd doordat ingezet is op natuur en het herstellen van het oorspronkelijk estuariene karakter van de Delta. Dit is gedaan door op enkele plaatsen een open verbinding met zee te creëren.

Voor vooral de vaarrecreatie biedt dit nieuwe mogelijkheden doordat men nu ongehinderd van de Zeeuwse meren naar de zee en omgekeerd kan. Oeverrecreatie en toerisme (op land) is aantrekkelijker geworden door natuurlijker oevers. Het is nu niet alleen mogelijk de vergrote landschapskwaliteit te beleven, maar ook de (oer)krachten van de natuur (getij, golven) en te struinen op de Nederlandse 'kuststroken' met een unieke onderwaterflora en -fauna (vele wieren, schaal en schelpdieren, holtedieren, vissen en inktvis). Er is zelfs een onderwaterhotel gebouwd waar men op en top van de onderwaterwereld kan genieten. De Grevelingen is een duikerswalhalla geworden, waarbij met behulp van kunstmatige riffen de duikbeleving van internationale klasse is.

In speciale aangewezen gebieden heeft de natuur de ruimte gekregen, deze worden gekenmerkt door zeldzamere en gevoelige soorten typerend voor een estuarium. Door georganiseerde excursies kan deze 'bijzondere' natuur met onder andere zeehonden, bruinvis, en vele steltlopers en sterns ervaren worden. In de overige gebieden komen plant- en diersoorten voor die niet al te hoge eisen aan hun leefgebied stellen en zich bovendien niet al te snel door de nabijheid van mensen laten verontrusten.

Zeeland en ook de natuurgebieden zijn vanuit de stedelijke gebieden zeer goed bereikbaar geworden door de inzet van pendelverkeer en er is een efficiënte (spoor) verbinding Zeeland-West-Brabant-Randstad aangelegd. Daarnaast is er flink geïnvesteerd in recreatieparken. De natuur heeft hier plaatselijk negatieve effecten van ondervonden, maar het gebied is er niet onaantrekkelijker door geworden. Stedelijke ontwikkeling en overige vormen van industrie (met uitzondering van Rotterdam en haven) zijn tot een minimum beperkt.

Er vindt met name kleinschalige visserij plaats die de lokale markt bedient. Streekproducten zoals oester, wier, kokkels en platvis zijn helemaal 'hot' en mensen kunnen tegen betaling met de vissers mee of in speciaal daartoe aangewezen gebieden hun eigen mosselmaaltje bijeen rapen. Een nieuw aquacultuurpark heeft geleid tot een extensieve productie die de lokale markt bedient, waarbij het Zeeuws imago voor succesvolle, duurzame geïntegreerde teeltsystemen staat voor een diversiteit van gezonde producten van eigen bodem die economisch vitaal zijn. Verder is er voldoende ruimte voor sportvisserij die erg aantrekkelijk is geworden doordat zeebaars, maar ook zalm en zeeforel vanuit zee in de Zeeuwse wateren kunnen komen.

6.4 Inpasbare natuur

Uitgangspunt. *De natuur heeft gebruikswaarde voor de mens; de samenleving hecht geen eigenstandige waarde aan natuur: zij is van zichzelf robuust genoeg en past zich aan. In de natuur mag en kan geld worden verdiend. Natuur is ondergeschikt aan andere functies; natuur die in stand blijft is sterk met ander gebruik verweven.*

Uitgaande van de huidige watersystemen zijn er geen nieuwe open zoet-zoutovergangen gecreëerd; de bestaande dammen (Afsluitdijk, Haringvliet, Grevelingenmeer/ Brouwersdam) zijn ten behoeve van veiligheid (hogere rivierafvoer en de zeespiegelstijging) verder opgehoogd. De Afsluitdijk is daarnaast ingericht als energielocatie, met hydro-powercentrales en Blue Energy centrales.

De grote havens Eemshaven, Vlissingen, Rotterdam en Antwerpen hebben zich internationaal weer helemaal op de kaart kunnen zetten door de nodige uitbreiding in capaciteit. Hierbij zijn ook de hiervoor nodige verdiepingen en verbredingen van de vaargeul uitgevoerd waarbij er voor deze uitbreidingen niet langer gecompenseerd hoefde te worden.

Bij de voormalige kleine haventjes van Dinteloord, Ooltgensplaats en Oude Tonge is net als bij Willemstad opnieuw een havenfront gerealiseerd, dit heeft een flinke impuls aan de middenstand gegeven. Landbouw vindt plaats in een intensieve vorm en heeft zich verder ontwikkeld waarbij ook is ingezet op intensieve kweek van zoutwatervis (tong en tarbot) in de delta. Als water voor deze kweek wordt gebruikt gemaakt van omgevingswater dat zonder te filteren weer wordt geloosd. Dit heeft tot gevolg gehad dat extra nutriënten in het systeem terechtkomen die ten gunste zijn gekomen van de mossel en oesterkweek. De Oosterschelde is ingericht als een 'kweekpark' voor mosselen en oesters. Er wordt daar waar nodig om de kust te verdedigen iets aan de zandhonger gedaan, echter niet meer dan nodig. De slikken en schorren zijn dan ook grotendeels verdwenen. Er zijn geen beperkingen op bodemberoerende visserijen, er wordt ook weer op kokkels gevist.

Op veel plekken zijn op voormalige natuurgebieden door projectontwikkelaars exclusieve woningen en luxe resorts gebouwd met golfterreinen etc. Recreatief gebruik is onbeperkt mogelijk, recreatievaart en jetskiën is overal toegestaan. Voor de recreatieve visserij worden er in het Grevelingen- en Veerse meer, die min of meer afgesloten zijn, verschillende vissoorten uitgezet.

6.5 Functionele natuur

Uitgangspunt. *De nuttige waarde van de natuur voor de samenleving door duurzaam gebruik te maken van natuurlijke hulpbronnen en regulerende en productieve ecosysteemdiensten zoals de sedimentatie van zand en slib met getijden en wind die zorgen dat de kust meegroeit met de stijging van de zeespiegel. Duurzaam gebruik betekent dat natuur en menselijk gebruik in balans zijn; gebruik en natuur zijn daardoor met elkaar verweven.*

Er is geen invloed van zout water op het IJsselmeer, de Afsluitdijk functioneert als duurzame energiecentrale op basis van getijde en omgekeerde elektrolyse. Daarnaast wordt de dijk gebruikt voor de installatie van zonnecellen en windmolenparken. Hierdoor voorziet de Afsluitdijk een groot deel van Friesland en Noord-Holland in zijn energiebehoefte. Visserij op zowel het IJsselmeer en de Waddenzee vindt gereguleerd plaats op basis van beschikbare bestanden. Slechts enkele aangewezen kwetsbare gebieden op de Waddenzee worden beschermd voor visserij. Tijdens piekseizoenen van jonge platvis wordt de garnalenvisserij tijdelijk gesloten. Mosselzaadvisserij op de platen van de Waddenzee is niet toegestaan. Mosselzaad wordt zoveel mogelijk opgevangen door gebruik van mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) in de Voordelta en in de grote zeegaten (Marsdiep en Vliestroom) van de Waddenzee. Bodemcultuur van mosselen vindt plaats in speciaal daartoe aangewezen gebieden en op de Waddeneilanden vindt zilte kweek van diverse gewassen plaats.

Het noorden van Nederland wordt aantrekkelijk bevonden door de ecotoerist die houdt van rust en ruimte. Daarnaast wordt de toerist geïnformeerd over de nieuwe manier waarop de kracht van de natuur wordt gebruikt (zoals de getijdenenergiecentrales). Zo zijn er verschillende educatieve programma's voor onder andere scholen opgezet, ook internationaal is er veel belangstelling.

De oorspronkelijke zoet-zoutovergangen en verschillende ecosysteemdiensten en functies die het estuarium ons kan bieden, zijn weer hersteld. De natuurlijke kustverdediging en zijn zuiverende werking zijn hersteld doordat het waterbergend vermogen is vergroot en ook sedimentatie weer meer ruimte heeft gekregen. Slib bezinkt in de nieuw aangelegde overstromingsvlakten waardoor vaargeulonderhoud voor de scheepvaart minder vaak noodzakelijk is. De natuurlijke menging van het zoete en zoute water is hersteld en de omzetting van nutriënten naar organisch materiaal en de afbraak van organisch materiaal naar nutriënten vindt weer plaats. Door het herstel van de nutriëntencyclus ontstaat er weer een productief systeem, die op een natuurlijke manier zorgt voor de ophoging van de delta. Het productieve systeem heeft voor veelzijdige mogelijkheden voor aquacultuur gezorgd die rendabel kunnen produceren. Experimenten van gecombineerde kweekvormen, zoals Zeeuwse tong, hebben overal langs de kust ruime commerciële toepassing gevonden. Daarbij heeft men zich gericht op het produceren van kwaliteitsproducten voor een lokale nichemarkt. Het Zeeuws imago heeft ondertussen wereldwijde bekendheid gegenereerd en staat voor succesvolle geïntegreerde teeltsystemen die duurzaam zijn, bijdragen aan de prachtige omgeving, en een diversiteit aan gezonde producten van eigen bodem produceren, dit alles op basis van een financieel gezonde bedrijfsvoering. In de zuidelijke delta wordt windenergie gewonnen op plaatsen waar de aquacultuur 'parken' zijn gecreëerd.

De Haringvlietdam is het grootste deel van het jaar open en in deze herstelde zoet-zoutovergang is, net als in de Oosterschelde, grootschalig aquacultuur ontwikkeld na het gebleken succes van het project 'Zeeuwse tong' zoals in 2010 gestart bij Ossensisse.

Visserij vindt gereguleerd plaats op basis van beschikbare bestanden. In de Zuidwestelijke Delta wordt ingezet op hangcultures en andere niet-bodemgebonden kweekmethoden voor mosselen. Bodemcultuur van mosselen en oesters vindt plaats in speciaal daartoe aangewezen gebieden. Mosselzaad komt deels uit de Waddenzee maar wordt inmiddels ook opgevangen door gebruik van MZI's in de Voordelta.

In de Zuidwestelijke Delta is toeristisch gezien voor elk wat wils. De exclusiviteit op het gebied van zilte kwaliteitsproducten maakt het een populaire plek voor mensen die de drukke Randstad af en toe willen ontvluchten en simpelweg willen genieten. Daarnaast zijn ook hier verschillende educatieve programma's voor onder andere scholen opgezet. En ook internationaal is de Zuidwestelijke Delta een voorbeeldfunctie als het gaat om optimaal gebruik van de natuur.

Literatuur

- Baptist, M.J., Mesel, I. de, Stuyt, L.C.P.M., Henkens, Molenaar, H. de, Wijsman, J., Dankers, N., Kimmel, V., (2007). Herstel van estuariene dynamiek in de Zuidwestelijke Delta. Texel, IMARES rapport C119/07.
- Beek, F.A. van, Rijnsdorp, A.D., Clerck, R. de, (1989). Monitoring juvenile stocks of flatfish in the Wadden Sea and coastal areas of the southeastern North Sea. Helgoländer Meeresunters. 43: 461-477.
- Boehnke-Henrichs, A. & R.S. de Groot (2010). A pilot study on the consequences of an Open Haringvliet Scenario for changes in ecosystem services and their monetary value. Report, Wageningen University.
- Boudewijn, T.J., Lengkeek, W., Japink, M., (2008). Mogelijkheden voor estuariene natuurontwikkeling en integrale gebiedsontwikkeling in Waterduinen. Versterking van de estuariene kwaliteit. Bureau Waardenburg B.V. 08/002.
- Brandenburg, W.A., Kamermans, P., Steenbergen, J., Verdegem M.C.J., Baars, J.M.D., (2004). Mogelijkheden voor zeecultuur in nieuwe getijdennatuur langs de Westerschelde. RIVO rapport C027/04.
- Broodman, J., (2006). Aquacultuur in Zeeland: de Blauwe revolutie. Provincie Zeeland, afdeling economie.
- Claus, B., Ludwig, K., Südbeck, P., Schröder, J., (1997). Länderübergreifendes schutzkonzept für die Ästuare Elbe, Weser und Ems. Leitbild, Bewertungsverfahren, Bewertung der heutigen situation, WWF / BUND. concept, Bremen, Duitsland.
- Eertman, R.H.M., Smaal, A.C., (1997). De ecologische functies van geleidelijke zoet-zout overgangen in estuaria en kustwateren. NIOO Rapporten 1997-o2/Werkdocument RIKZ/OS-97.803x.
- Geurts van Kessel, A.J.M., (2004). Verlopend tij. Oosterschelde, een veranderend natuurmonument. Rapport RIKZ/2004.028.
- Haas, H.A. & Tosserams, M., (2005). Achtergronddocument Kanskaart Estuariene Dynamiek in de Delta. Middelburg, RIKZ, rapport RIKZ/ZDO/2005.800w.
- Haas, H.A., (1998). Zoet water naar de Oosterschelde: een verkenning naar de effecten op natuur en visserij. Middelburg, RIKZ, RIKZ rapportnr 98.036.
- Jager, Z., (1999). Visintrek Noord-Nederlandse kustzone. Startnotitie. Rapport RIKZ-99.022.
- Janssen, G.M., (2000). Herstel van estuariene gradiënten in het waddenzeegebied, Een onderbouwing van de ecologische meerwaarde van dit herstel en een eerste aanzet tot uitwerking. RIKZ rapport 2000.021.
- Leeuw, C., Meijer, M.L., (2003). Proefgebieden herstel zoet-zoutgebieden in Nederland. Een beschrijving van 18 projecten. Rapport RIKZ/2003.010.
- Leeuw, C.C. de, Backx, J.J.G.M., (2001). Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland. Een literatuurstudie naar de algemene principes van estuariene gradiënten, ten behoeve van herstelmaatregelen langs de Nederlandse kust. RIKZ: rapportnr. 2000.044, RIZA rapportnr 2000.34.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, (2008). Programma Noordzeekustzone, Waddenzee en Eems-Dollard, Waterbeheer 21^e eeuw, Kaderrichtlijnwater en Natura2000. Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015- ontwerp.
- Ministerie Verkeer en Waterstaat, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, (2009a). Stroomgebiedbeheerplan Eems 2009 – 2015, Den Haag.
- Ministerie Verkeer en Waterstaat, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, (2009b). Stroomgebiedbeheerplan Schelde 2009 – 2015, Den Haag.

- Noordhuis, R., (2010). Ecosysteem IJsselmeergebied : nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het natte hart van Nederland. Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad.
- Paalvast, P., Iedema, W., Ohm, M., Posthoorn, R., (1998). MER Beheer Haringvlietsluizen. Over de grens van zout en zoet. Deelrapport Ecologie en Landschap. RIZA rap. 98.051.
- Peelen, R., (1967). Isohalines in the Delta area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. Netherlands Journal of Sea Research 3 (4): 575-597.
- Projectdirectie Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (ProSes), (2005). De Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium. Besluiten van de Nederlandse en Vlaamse regering, Brussel/Den Haag.
- Raad voor de Wadden, (2008). Zoet- Zoutovergangen, Advies over kansen voor herstel van zoet-zout overgangen in het Waddengebied. 2008/02.
- Remane, A., (1934). Die Brackwasserfauna. Verh. Deutsch. Ges. 36: 34 – 74.
- Rijkswaterstaat, (1996). Ontwikkelingen in de Westerschelde, prognose voor de komende 25 jaar. Zeeland, Rijkswaterstaat/RIKZ-96.006.
- Rijkswaterstaat, (2011). Andere mogelijkheden voor het Besluit beheer Haringvlietsluizen. Een verkennende studie naar verbetering van de vismigratie tussen de Noordzee en het Rijn- en Maasstroomgebied bij het intrekken van het Kierbesluit.
- Steenbergen, J., (2004). Het effect van sterk wisselende zoutgehalten op het benthos in de Westerschelde en de Haringvlietmonding. RIVO rapport; C075/04.
- Stuurgroep Zuidwestelijke Delta, (2010). Veilig Veerkrachtig Vitaal. Ontwerp-Uitvoeringsprogramma Zuidwestelijke Delta 2010-2015+. Versie voor consultatie, 1 april 2010, Middelburg.
- Stuyt, L.C.P.M., (2009). Kansen voor zilte aquacultuur in Nederland. Met speciale aandacht voor visteelt op land. Alterra-rapport 1939, ISSN 1566-7197.
- Togt, H. v.d., (2008). Powerpoint presentatie: Verminderd getij, Een oplossing voor zandhonger? Rijkswaterstaat.
- Vos, A. de, Rozema, J., Rijsselberghe, M. van , Duin, W. van, Brandenburg, W., (2006-2010). Zilte Landbouw Texel. Een voorbeeld transitieproject.
- Vries J.J., (1994). Inleiding in de Hydrologie van Nederland. Nieuwe oplage 1994 met enkele geringe wijzigingen. Rodophi B.V., Amsterdam 1980. 129 pp.
- Welle, J. van der & P. Meire, (1999). Levende Eems. Herstelplan voor Eems en Dollard. Rapportnummer 99/08. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Welleman, H.C., Brocken, R., Boois de I., (2000). Vergelijking dichtheden, groei en mortaliteit Westerschelde-Noordzee. Deelproject 2 uit studie "Kinderkamerfunctie Westerschelde". Middelburg. RIVO Rapport C008/00.
- Wenneke, M. (2008). Jonge Zeeuwse boeren zetten in op aquacultuur. BNDR juni 2008: 4-5.
- Wieriks, K., Schulte-Wulver-Leidig A., (1997). Integrated water management from the Rhine river basin, from pollution prevention to ecosystem improvement. Natural Resources Forum 21: 147-156.
- Wijsman, J.W.M., Sonnevile, de B., Craeymeersch J.A., (2007). Overzicht van de lopende monitoringsprojecten met betrekking tot veiligheid en natuurlijkheid in het Nederlandse gedeelte van de Schelde (Westerschelde en haar voordelta) WLO werkgroep integraal waterbeheer (1991). Water in balans. IMARES C051/07.
- WL/Delft Hydraulics, Bureau Strooming, RWS-RIKZ, (2008). Achtergrondrapport Rijke Delta : Zee-Land voor de toekomst, estuariene dynamiek en waterverdeling. Rapportnummer: 08.2.188. Innovatienetwerk Utrecht.
- Wulffraat, K.J., TH. Smit, H. Groskamp & A. de Vries, (1993). De belasting van de Noordzee met verontreinigde stoffen 1980-1990. Rapport DGW-93.037.
- Zagwijn, W.H., (1986). Nederland in het Holoceen. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Zijlstra, J.J., (1972). On the importance of the Wadden Sea as a nursery area in relation to the conservation of the southern North Sea fishery resources. Symp. zool. Soc. Lond. 29: 233-258.

Kwaliteitsborging en Verantwoording

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

WOt-werkdocument 259
Projectnummer: 430.82010.67

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr.Ir. M.J. Baptist
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: September 2011

Akkoord: Drs. F.C. Groenendijk
Afdelingshoofd Ecosystemen

Handtekening:



Datum: September 2011

Bijlage 1 Huidige gebruiksfuncties

	Zuidwestelijke Delta + Schelde	Rijn/Maas (midden Nederland)	Noord Nederland (inclusief Eems)
Natuur	(http://www.vvvzeeland.nl/nl/natuur-interactievekaart) Verdrongen land van Saeftinghe (groot schorgebied), Paulina schor, Magaretha polder (compensatie Westerschelde), Zuidgors, Nationaal park Oosterschelde, Plan Tureluur, Yerseke moer, Verdrongen land van Zuid-Beveland	Grevelingen: Slikken van Bommenede, eilanden Hompelvoet & Kabbelaarsbank Scheelhoek (weerszijden van Haringvlietsluizen) Tiengemeten	Waddenzee: Unesco Werelderfgoed (kleinschalige herstelprogramma's zoet-zout overgangen) Kwelders, belangrijk getijden broedgebied voor vogels
Visserij	Westerschelde; garnalen, (plat)vis, fuikenvisserij op paling. Oosterschelde; kubbenvisserij op kreeft, fuikenvisserij (o.a. paling).	Grevelingen: fuikenvisserij (paling). Haringvliet: fuikenvisserij (paling), Biesbosch, Hollandsdiep: zegenvisserij op schubvis (pootvis). Nieuwe Waterweg: fuiken (paling)	Waddenzee: eurokotters platvis, rondvis en garnalen. Mosselzaadvisserij. Raamkuilen en fuiken in spuiكوم voor o.a. spiering. Pierenspitten. Handkokkelvisserij. IJsselmeer: Fuiken (spiering, snoekbaars, paling), Staand wand (Snoekbaars), Zegenvisserij (brasem, blankvoorn) Lauwersmeer: Fuikenvisserij Eems-Dollard: netten en fuikenvisserij
Aquacultuur	Tarbot kwekerij (op land); Schelpdierkweek: mosselen en oesters. Hangcultures mosselen. Zagerkweek (= voor sportvisserij). Zeeuwse tong project (schelpdieren, algen, zagers (dit zijn wormen) en zilte gewassen in combinatie met elkaar te kweken waarbij sprake is van een 'gesloten kringloopstelsel') Overige zeeproducten: Zeeuwse zeekraal en lamsoor.	Grevelingen: oesterkweek.	Mosselpercelen op de Waddenzee, mosselzaad invang (MZI's)
Recreatie	Zeilen/recreatie vaart, sportvisserij, duiksport, surfen, zwemmen. Natuurbeleving: vogels en zeehonden	Grevelingen: Zeilen/recreatie vaart, duiksport, surfen, zwemmen. Natuurbeleving: vogels Haringvliet: recreatievaart, recreatie visserij	Recreatievaart/zeilen, wadlopen, Wadden eilanden. Natuurbeleving: vogels, zeehonden, sport vissen

	Zuidwestelijke Delta + Schelde	Rijn/Maas (midden Nederland)	Noord Nederland (inclusief Eems)
Zandwinning	Onderhoud vaargeul Westerschelde		Onderhoudswerken vaargeulen (havens Waddenzee en Eems)
Overige winning			Steenzout, schelpen
Kustverdediging	Delta werken; dijken en dammen; praktijk proef, behoud van platen mbv oesterriffen (Japanse oester)	Haringvlietsluizen, Grevelingendam	Afsluitdijk, overige dijken en dammen (grote ingepolderde gebieden)
Windenergie en andere (duurzame) bronnen	Wind energie		Windenergie in Noordelijke kustprovincies
(Offshore) energie winning	Kernenergiecentrale Borsele	Nvt	Gasboringen in de Waddenzee. Eemshaven: kolencentrales & diverse energie winning projecten (http://www.eemshaven.net/)
Scheepvaart en havens	Westerschelde: Intensieve scheepvaart richting Haven Antwerpen en Terneuzen Oosterschelde: In de geulen van de Oosterschelde ligt een aantal scheepvaartroutes, noord - zuid verbinding Wemeldinge-Krammer is de belangrijkste	Haven Rotterdam	Eemshaven, beroepsscheepvaart
Stedelijke ontwikkeling	nvt	Rotterdam & Haven Rotterdam (rondom Nieuwe Waterweg)	nvt

Bijlage 3 Overzicht van bestaande maatregelen Zuidwestelijke Delta (Haas & Tosserams, 2005)

1. Uitvoering van het Kierbesluit Haringvlietsluizen
2. Uitvoering Deltanatuur: illustratie Zuiderdiep en Tiengemeten
3. Planstudie Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer: korte beschrijving alternatieven + rol infrastructuur
4. Voorbereiding planstudie Waterberging Volkerak-Zoommeer (Ruimte voor de Rivier)
5. Voorverkenning gebruik Flakkeese spuisluis voor Grevelingenmeer
6. Studie zandhonger Oosterschelde
7. Vaststellen maatregelenpakket Natuur Ontwikkelingsplan als onderdeel van de ontwikkelingsschets Schelde-estuarium: Zwin, Braakman, Bathse Polder, Hedwige-polder
8. Evaluatie effecten doorlaatmiddel en voorbereiding MER peilbeheer Veerse Meer
9. Pilots 'Dijk met bereik' (Interreg IIIb project COMCOAST)
10. Verzilting Rammegors (Haas & Tosserams, 2005)

Projecten Estuariene dynamiek:

1. koppelen Delta aan Rijn-Maas stroomgebied (door open zetten)
2. Volkeraksluizen of via de Brabantse Delta/Mark-Vliet)
3. behoud en herstel het (Wester)schelde estuarium
4. benutten morfodynamiek in de Voordelta.
5. Haringvlietsluizen open en introductie gedempt getij
6. maatregelen rondom Volkerak-Zoommeer: doorlaatmiddel Philipsdam i.k.m.
7. ruimte voor de rivier en aanpassingen Volkeraksluizen
8. doortlaatmiddel tussen Volkerak-Zoommeer en Oosterschelde
9. Volkerak-Zoommeer weer in open verbinding met Hollandsch Diep:
10. ontschotten VZM
11. Volkerak-Zoommeer weer in open verbinding met Markiezaatsmeer
12. RIKZ/ZDO/
13. verfijnen van het hoofdwatersysteem van Nederland. Zorgen voor méér
14. zoetwaterbeschikbaarheid in Zuid-Nederland.
15. zoet water via Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde en Westerschelde
16. vanuit Hollands Diep toe én door laten stromen naar zee.
17. verbreden land-waterovergangen door brede waterkeringszones, simpel en
18. onderhoudsarm ontwerpen en multifunctioneel inzetten
19. herstel zoet-zoutverbindingen met lagere beheerskosten (??) in combinatie
20. met binnendijkse maatregelen (landbouw)
21. benutten van vrijkomende infrastructuur voor andere toepassingen
22. (aquacultuur, recreatie, wonen)
23. herstel de getijde-energie vanaf de Oosterschelde
24. aanleggen doorlaatmiddelen voor veiligheid én getijcentrales'
25. concreet voorbeeldproject: Markiezaat, Grevelingen, Rammegors
26. laat iets zien a.d.h.v. een kleinschalig en op korte termijn te realiseren
27. voorbeeldproject (bijv. Rammegors)
28. voorbeeldproject met lager ambitieniveau d.m.v. benutten bestaande infrastructuur (bijv. inzet Hevel)

Bron: Resultaten inventarisatie Workshop 27 september 2004 (Haas & Tosserams, 2005)

Bijlage 4 Initiatieven ter bevordering van de aquacultuur in Nederland

Stichting Zeeuwse Tong

Zeeuwse Tong is de benaming van een grootschalige proef om binnendijks vis te kweken in een gesloten kringloop. De Stichting Zeeuwse Tong heeft de afgelopen jaren samen met Wageningen Universiteit veel onderzoek gedaan naar de haalbaarheid hiervan. Stichting Zeeuwse Tong staat voor de ontwikkeling van een gemengd zilt bedrijf, een nieuwe type agrarisch bedrijf dat in een systeem van geschakelde zoutwatervijvers de kweek van tong, zaggers en schelpdieren combineert, eventueel aangevuld met de teelt van zilte groenten. De stichting streeft naar een zoveel mogelijk gesloten kringloop van voedingsstoffen binnen het bedrijf door combinatie van plantaardige en dierlijke productie. De ideale kringloop werkt als volgt. Tong wordt gekweekt in zoutwaterbassins met zaggers (borstelwormen) als voedsel voor de vis, de vis produceert meststoffen, hiermee gaan algen en wieren groeien, en deze vormen op hun beurt het voedsel voor zaggers en schelpdieren. De meststoffen in het water zijn ook geschikt zijn voor de teelt van zilte groenten. Door teelten te koppelen ontstaat een gemengd zilt bedrijf dat duurzaam en milieuvriendelijk produceert.

Kustlaboratorium

In het project Kustlaboratorium komt het tot een nauwe samenwerking tussen de natuursector en de aquacultuursector (die zowel verbindingen heeft met landbouw als met visserij). Stichting Het Zeeuwse Landschap heeft als initiatiefnemer van Kustlaboratorium contact gezocht met de Stichting Zeeuwse Tong om het plan verder gestalte te geven. Hierin wordt gestreefd naar een combinatie van kustveiligheid, aquacultuur en natuur, het is een nieuw concept dat een gebalanceerde en duurzame invulling geeft aan de kustzone. Het geeft zowel de ecologie als de economie letterlijk de ruimte, en beoogt nieuw, waardevol landschap voor mens en natuur te creëren. Kustlaboratorium wil een nationaal en internationaal voorbeeld zijn. Het is een project dat helpt Nederland zijn voorhoedepositie te behouden als natie met een frontlijnpositie op het gebied van integraal kustbeheer.

De basisopzet in de aquacultuurzone omvat een aantal modules. Zout water dat via een buisleiding wordt ingenomen, komt eerst terecht in een 'inlaat' buffer. De meest wenselijke situatie is dat deze buffer zich met hoog water door vrij verval kan vullen met zeewater, dit spaart pompenergie uit. In de buffer kan het ingenomen water opwarmen met gunstige effecten op de groei van warmte minnende soorten als de tong. Vanuit de inlaatbuffer kan het water gedoseerd toegevoerd worden aan de andere delen van het systeem. Al het water dat aan het begin ingenomen is, verzamelt zich na passage door de kweekbassins in een waterbuffer aan het einde van het systeem. Het water verlaat deze 'verzamel' buffer zo mogelijk onder vrij verval, terug naar het buitenwater.

Tussen de inlaatbuffer in het begin en de verzamelbuffer aan het eind liggen achtereenvolgens in serie geschakeld:

- een eerste algenvijver waarin ronde kooien voor de kweek van vis (tong, tarbot);
- langgerekte vijvers voor de kweek van bodemschelpdieren en zaggers;
- akkers met zilte groenten (optioneel);
- een tweede algenvijver.

Bij de natuurzone doet zich een fascinerende mogelijkheid voor: de optie om deze zone in te zetten voor de nazuivering van het water dat uit de aquacultuurketen komt. De effectiviteit van zoete moerassen voor de zuivering van water is goed bekend

('helofytenfilters'), voor zoute moerassen is dit minder breed onderzocht. Er is echter geen reden om aan te nemen dat zoute moerassen minder effectief zijn. Een ontwerp van de natuurzone met waterpartijen en hoger gelegen delen voor overtuigende kustvogels, of een ontwerp met droogval bij elk laagwater, biedt goede mogelijkheden voor zowel de ontwikkeling van grote natuurwaarden, als voor een functionele inzet als natuurlijk zuiveringssysteem. Bij uitwerking van het plan zal deze optie nader worden verkend.

De verzamelbuffer is behalve opvangbassin, tevens een bassin dat plaats biedt aan een cultuur van hangmosselen. De tweede algenvijver, bedoeld om algen te genereren die als voedsel dienen voor de hangmosselen in het er op volgende watersysteem, is een ruim vormgegeven watersysteem met een (door 'plooingen') grote randlengte. Met zijn fluctuaties in waterpeil zal het gebied voor vogels zeer waardevol zijn en een waardevolle randvegetatie hebben (Kustlaboratorium, 2009).

Visserij Initiatief Zeeland

Het Visserij Initiatief Zeeland (VIZ) beperkt zich vooralsnog tot de schelpdiervisserij en cultuur in de Zeeuwse Delta. Tot de schelpdiervisserij en -cultuur worden gerekend de visserij en/of kweek van mosselen, oesters, kokkels, ensis, mesheften en spisula, afgeknotte strandschelpen, alsmede, voor zover niet strijdig met de ecologische doelstellingen, nieuwe, nog niet commercieel geëxploiteerde schelpdieren. Het VIZ is geografisch afgebakend tot de Deltawateren (Oosterschelde, Voordelta, Westerschelde, Grevelingen en Veerse Meer) alsmede landgerelateerde visserij- en kweekactiviteiten. Binnen de structuur van het VIZ fungeert een stuurgroep, met als belangrijkste taak het aansturen van het proces en bewaking van de hoofdlijnen, en meerdere werkgroepen. Op dit moment zijn drie werkgroepen volledig operationeel: de Werkgroep Japanse Oesters, de Werkgroep Binnendijkse Kweek, die het proces om te komen tot het binnendijks kweken van aquatische organismen begeleidt, en de Werkgroep Kokkelkweek die een experiment voor het kweken van kokkels in de Oosterschelde begeleidt, terwijl de werkzaamheden van de werkgroep Import schelpdieren voorlopig zijn afgerond. Op termijn zullen nieuwe werkgroepen worden opgestart.

Topsy Baits

Topsy Baits Is sinds 1990 gevestigd op de huidige locatie in Wilhelminadorp, Zeeland. Inmiddels beslaan de kweekvijvers een oppervlakte van 17 hectare en produceert het bedrijf 100 ton zagers per jaar. De wormen worden verkocht als levend aas voor de sportvisserij of bevroren als visvoer voor professionele viskwekerijen. Topsy Baits heeft ondiepe kweekvijvers ontwikkeld die zijn opgebouwd uit kleine dammetjes met folie er tussen. Daarin ligt een laag van 15 cm zand, waarin de zagers leven. Boven het zand staat 30 cm zout water, dat wordt belucht (website: [Topsy Baits BV](http://www.topsybaits.nl)).

AquaVlan

Het project AquaVlan streeft naar de ontwikkeling van een duurzame aquacultuursector, ingepast in een regionale markt- en kennisomgeving. Het project omvat vijf activiteiten inclusief het management van het globale project. Deze activiteiten zijn:

- microbiel management van een schelpdier hatchery (broedhuis voor schelpdieren);
- duurzame visteelt;
- zilte groenten;
- onderwijs;
- project management.

(<http://www.aquavlan.eu/>)

Geïntegreerde aquacultuur: vis, schelpdier en wier

Met de toepassing van zeewier als waterzuiveringssysteem ligt er een mooie kans om op een duurzame wijze tot een effectieve verbetering en kostenbesparing te komen in

de teelt van zoutwatervis en schelpdieren, en nieuwe producten en productconcepten te ontwikkelen. Het project richt zich op de volgende hoofdonderdelen:

- De ontwikkeling van een praktische en vooral ook kosteneffectieve techniek en methode waarmee jonge zeewierplanten kunnen worden opgekweekt en aangebracht in een dergelijk zuiveringssysteem. Daaropvolgend het bereiken van een optimale ontwikkeling en rendement van het zuiveringssysteem.
- Het effect van het zeewier in het recirculatiesysteem te meten op de groei en ontwikkeling van tarbot.

Het sterke in het concept is dat aan het einde ook nog een oogstbaar product overblijft waarvoor verschillende toepassingen zijn, waaronder verwerking in vee of zelfs visvoer. Afval wordt hiermee weer een waardevolle grondstof.

(<http://www.imares.wur.nl/NL/>)

Stichting Zeeschelp

De Stichting Zeeschelp startte in 2004 onderzoek naar de mogelijkheden van het kunstmatig vermeerderen van mossels op land. In schuren worden broedbakken geplaatst en buiten worden vijvers gecreëerd met algen, die het voedsel voor de schelpdieren vormen. De eerste resultaten lijken gunstig: de opbrengst van de op land gekweekte mossels ('Commissaris-mossels') is groter dan die van hang- en bodemkweek. Er is sprake van een beschermde omgeving: slecht weer, krabben, zeesterren en vuil water zijn geen punt van zorg.

Inmiddels is Zeeschelp zowel bij Scherpenisse op Tholen als in 'Plan Tureluur' op Schouwen-Duiveland met binnendijkse kweekproeven gestart. Het water is in deze gebieden zout genoeg en voedselrijk; de schelpdieren filteren hun voedsel uit het water maar de algensamenstelling sluit niet volledig aan op de voedselbehoefte van de mossels. www.zeeschelp.nl/pilots/pilots.htm

Binnendijkse kweek van kokkels

Op initiatief van de Zeeuwse Milieufederatie en de werkgroep 'Binnendijkse Kweek' (Visserij Initiatief Zeeland) is eind augustus 2006 een steekproef gestart om na te gaan of water uit het natuurgebied 'De Prunje' (ten westen van Zierikzee op Schouwen-Duiveland) gebruikt zou kunnen worden voor de binnendijkse kweek van kokkels. Daarmee werd een stap gezet in de samenwerking tussen natuur en visserij. Na een jaar bleek echter dat de kokkels onvoldoende groeiden.

Binnendijkse zilte teelt

De toenemende verzilting dwingt meer Zeeuwse boeren om hun bedrijf aan te passen. Op een akkerbouwbedrijf in Wolphaartsdijk aan het Veerse meer is in juni 2006 een proef gestart met kweekbassins voor zagers die tot visvoer worden verwerkt. Op dit bedrijf wordt sinds 2005 ook zeekraal geteeld. Ook andere boeren gaan over op kweek van zilte groenten, zagers en/of tarbot (Wenneke, 2008).

Stichting Sint Donatus

Stichting Sint Donatus, eigenaar van de voormalige zuivelboerderij Sint Donatus aan de Hoornderweg in het Texelse Den Hoorn, houdt zich op dit moment voornamelijk bezig met ontwikkeling van en onderzoek naar de (ecologische) teelt van gewassen op zilte gronden. De teelt van zilte zeekeel is daarvan een voorbeeld. Daarnaast experimenteert Stichting Sint Donatus met kleinschalige verduurzamingstechnieken – drogen, vriesdrogen – om zilte gewassen, zoals zeekeel, zeeaster en zeekeel, gebruiksklaar te maken als kruid of smaakversterker in de keuken. Stichting Sint Donatus werkt in deze projecten nauw samen met onder meer de Vrije Universiteit van Amsterdam, Wageningen Universiteit en de Provincie Noord-Holland. (website: www.zeekeel.nl)

Zeeboerderij

Zeegroenten worden gezien als een mogelijke oplossing voor het wereldwijde voedselprobleem dat in de komende decennia dreigt te ontstaan. Op drijvende vlotjes op zee van 20 bij 20 meter zullen aan rekken en draden wieren worden geteeld. Wageningse wetenschappers gaan op de zeeboerderij onder andere uitproberen welke teeltsystemen het meest geschikt zijn. Ook proberen zij allerlei gewassen uit. Daarnaast start een onderzoek naar ziekteverwekkers op zee.

Mensen eten al zeewier, bijvoorbeeld in de sushi. Ook zeekraal en zeeaster, die groeien op brak water aan de zee kust, gelden als een delicatessen. Maar op een zeeboerderij hoeft niet alleen direct eetbaar voedsel te groeien. Zeesla is bijvoorbeeld geschikt om vismeel van te maken, waarmee kweekvis kan worden gevoerd. Met eiwit uit wieren kunnen andere producten hoogwaardiger worden gemaakt.

(website: <http://www.seafirst.eu/>)

Schelpdierkweek

Zeeland is het centrum van de schelpdiercultures in Nederland. Tot de schelpdiercultures worden de mossel- kokkel- en oestercultuur gerekend.

Mosselkweek is een vorm van 'natte landbouw' die plaatsvindt op van de overheid gehuurde percelen in de Nederlandse kustwateren. Deze percelen bevinden zich in de Waddenzee (7625 ha) en de Oosterschelde (3900 ha). Naast de Waddenzee en de Oosterschelde vindt mosselzaadvisserij sporadisch en in bescheiden mate plaats in de Westerschelde en de Voordelta. De grondstof voor de mosselkweek bestaat uit mosselzaad, wilde mosselen van 1 à 2 cm groot. Zaadvisserij vindt vrijwel uitsluitend plaats in de diepere gedeelten (het sublitoraal) van de westelijke Waddenzee.

De hangcultures dienen te worden onderscheiden van de mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) die recentelijk in de Waddenzee en de Oosterschelde zijn geïnstalleerd. Doel van deze MZI's is het invangen van mosselzaad waarna het wordt gebruikt om in de bodemcultuur of hangcultuur verder uit te groeien tot consumptiemosselen. Het doel van de hangcultures daarentegen is het produceren van consumptiemosselen zonder dat deze in contact met de (water-)bodem komen. De belangrijkste voordelen van deze kweekmethode zijn de vroegere beschikbaarheid van consumptiemosselen (mosselen uit de hangcultuur zijn vanaf begin juni voor consumptie geschikt, terwijl de eerste bodemcultuurmosselen vanaf half juli verkrijgbaar zijn), een hoger kweekrendement doordat minder verlies door vraat optreedt (1 kilo mosselzaad levert 3,6 kg consumptiemosselen op terwijl het rendement in de bodemcultuur 1:1,7 bedraagt) en het feit dat sprake is van absoluut zandvrije mosselen vanwege het ontbreken van contact met de waterbodem.

Waar de handkokkelvisserij nog altijd een vorm van vissen betreft, is bij kokkelkweek sprake van het onder gecontroleerde omstandigheden brengen van (een deel van) het productieproces. Het kweken van kokkels kan op verschillende wijzen en onder verschillende omstandigheden plaatsvinden. Medio 2006 is door de Producentenorganisatie voor de Nederlandse Kokkelvisserij vergunning aangevraagd voor het kweken van kokkels in de Oosterschelde. Het Beleidsbesluit schelpdiervisserij biedt hiertoe de mogelijkheid. Het kweken van kokkels houdt voor de Delta in dat instabiele kokkelbanken in de Westerschelde en/of kokkelbanken met hoge dichtheden aan kokkels en een slechte groei worden uitgedund en verzaaid naar stabielere gebieden die geschikter zijn voor groei en overleving. Deze gebieden kunnen gelegen zijn in de Voordelta, Ooster- of Westerschelde. In 2004 is reeds op relatief grote schaal geëxperimenteerd met het uitdunnen en verzaaien van kokkels in de Westerschelde. Dit experiment is succesvol verlopen. De verwachting is dat kokkelkweek, door een betere groei en verspreiding van kokkels, een positief effect heeft op de voedselvoorziening voor schelpdier etende vogels (Broodman, 2006).

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2009

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl
De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOt-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2009

- 126** *Kamphorst, D.A.* Keuzes in het internationale biodiversiteitsbeleid; Verkenning van de beleidstheorie achter de internationale aspecten van het Beleidsprogramma Biodiversiteit (2008-2011)
- 127** *Dirkx, G.H.P. & F.J.P. van den Bosch.* Quick scan gebruik Catalogus groenblauwe diensten
- 128** *Loeb, R. & P.F.M. Verdonschot.* Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren
- 129** *Kruit, J. & P.M. Veer.* Herfotografie van landschappen; Landschapsfoto's van de 'Collectie de Boer' als uitgangspunt voor het in beeld brengen van ontwikkelingen in het landschap in de periode 1976-2008
- 130** *Oenema, O., A. Smit & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Landelijk Gebied; werkwijze en eerste resultaten
- 131** *Agricola, H.J.A.J. van Strien, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, N.Y. van der Wulp, L.M.G. Groenemeijer, W.F. Lukey & R.J. van Til.* Achtergrond-document Nulmeting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 132** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-001 – Koepel
- 133** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 134** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 135** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-005 – M-AVP
- 136** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-006 – Natuurplanbureauafunctie
- 137** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-007 – Milieuplanbureauafunctie
- 138** *Jong de, J.J., J. van Os & R.A. Smidt.* Inventarisatie en beheerskosten van landschapselementen
- 139** *Dirkx, G.H.P., R.W. Verburg & P. van der Wielen.* Tegenkrachten Natuur. Korte verkenning van de weerstand tegen aankopen van landbouwgrond voor natuur
- 140** *Annual reports for 2008; Programme WOT-04*
- 141** *Vullings, L.A.E., C. Blok, G. Vonk, M. van Heusden, A. Huisman, J.M. van Linge, S. Keijzer, J. Oldengarm & J.D. Bulens.* Omgaan met digitale nationale beleidskaarten
- 142** *Vreke, J., A.L. Gerritsen, R.P. Kranendonk, M. Pleijte, P.H. Kersten & F.J.P. van den Bosch.* Maatlat Government – Governance
- 143** *Gerritsen, A.L., R.P. Kranendonk, J. Vreke, F.J.P. van den Bosch & M. Pleijte.* Verdrogingsbestrijding in het tijdperk van het Investeringsbudget Landelijk Gebied. Een verslag van casusonderzoek in de provincies Drenthe, Noord-Brabant en Noord-Holland
- 144** *Luesink, H.H., P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 2006 en 2007
- 145** *Bakker de, H.C.M. & C.S.A. van Koppen.* Draagvlakonderzoek in de steigers. Een voorstudie naar indicatoren om maatschappelijk draagvlak voor natuur en landschap te meten
- 146** *Goossen, C.M.,* Monitoring recreatiegedrag van Nederlanders in landelijke gebieden. Jaar 2006/2007
- 147** *Hoefs, R.M.A., J. van Os & T.J.A. Gies.* Kavelruil en Landschap. Een korte verkenning naar ruimtelijke effecten van kavelruil
- 148** *Klok, T.L., R. Hille Ris Lambers, P. de Vries, J.E. Tamis & J.W.M. Wijsman.* Quick scan model instruments for marine biodiversity policy
- 149** *Spruijt, J., P. Spoorenberg & R. Schreuder.* Milieueffectiviteit en kosten van maatregelen gewasbescherming
- 150** *Ehlert, P.A.I. (rapporteur).* Advies Bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen
- 151** *Wulp van der, N.Y.* Storende elementen in het landschap: welke, waar en voor wie? Bijlage bij WOt-paper 1 – Krassen op het landschap
- 152** *Oltmer, K., K.H.M. van Bommel, J. Clement, J.J. de Jong, D.P. Rudrum & E.P.A.G. Schouwenberg.* Kosten voor habitattypen in Natura 2000-gebieden. Toepassing van de methode Kosteneffectiviteit natuurbeleid
- 153** *Adrichem van, M.H.C., F.G. Wortelboer & G.W.W. Wamelink (2010).* MOVE. Model for terrestrial Vegetation. Version 4.0
- 154** *Wamelink, G.W.W., R.M. Winkler & F.G. Wortelboer.* User documentation MOVE4 v 1.0
- 155** *Gies de, T.J.A., L.J.J. Jeurissen, I. Staritsky & A. Bleeker.* Leefomgevingsindicatoren Landelijk gebied. Inventarisatie naar stand van zaken over geurhinder, lichthinder en fijn stof
- 156** *Tamminga, S., A.W. Jongbloed, P. Bikker, L. Sebek, C. van Bruggen & O. Oenema.* Actualisatie excretiecijfers landbouwhuishouders voor forfaits regeling Meststoffenwet
- 157** *Van der Salm, C., L. M. Boumans, G.B.M. Heuvelink & T.C. van Leeuwen.* Protocol voor validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE op meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
- 158** *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer. Een vergelijking van Programma Beheer met de soorten en habitats van Natura 2000
- 159** *Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst, T.A. Selnes, M. van Veen, F.J.P. van den Bosch, L. van den Broek, M.E.A. Broekmeyer, J.L.M. Donders, R.J. Fontein, S. van Tol, G.W.W. Wamelink & P. van der Wielen.* Dilemma's en barrières in de praktijk van het natuur- en landschapsbeleid; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 160** *Fontein R.J., T.A. de Boer, B. Breman, C.M. Goossen, R.J.H.G. Henkens, J. Luttik & S. de Vries.* Relatie recreatie en natuur; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 161** *Deneer, J.W. & R. Kruijne. (2010).* Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen. Een verkenning van de literatuur verschenen na 2003
- 162** *Verburg, R.W., M.E. Sanders, G.H.P. Dirkx, B. de Knecht & J.W. Kuhlman.* Natuur, landschap en landelijk gebied. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 163** *Doorn van, A.M. & M.P.C.P. Paulissen.* Natuurgericht milieubeleid voor Natura 2000-gebieden in Europees perspectief: een verkenning
- 164** *Smidt, R.A., J. van Os & I. Staritsky.* Samenstellen van landelijke kaarten met landschapselementen, grondeigendom en beheer. Technisch achtergronddocument bij de opgeleverde bestanden
- 165** *Pouwels, R., R.P.B. Foppen, M.F. Wallis de Vries, R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen & A. van Kleunen.* Verkenning LARCH: omgaan met kwaliteit binnen ecologische netwerken

- 166** Born van den, G.J., H.H. Luesink, H.A.C. Verkerk, H.J. Mulder, J.N. Bosma, M.J.C. de Bode & O. Oenema, Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen, versie 2009
- 167** Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema. Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet- Versie 2.1
- 168** Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, A. Karbauskas & P. Roza. De vermaatschappelijking van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Een inventarisatie van visies in Brussel en diverse EU-lidstaten
- 169** Vreke, J. & I.E. Salverda. Kwaliteit leefomgeving en stedelijk groen
- 170** Hengsdijk, H. & J.W.A. Langeveld. Yield trends and yield gap analysis of major crops in the World
- 171** Horst, M.M.S. ter & J.G. Groenwold. Tool to determine the coefficient of variation of DegT50 values of plant protection products in water-sediment systems for different values of the sorption coefficient
- 172** Boons-Prins, E., P. Leffelaar, L. Bouman & E. Stehfest (2010) Grassland simulation with the LPJmL model
- 173** Smit, A., O. Oenema & J.W.H. van der Kolk. Indicatoren Kwaliteit Landelijk Gebied
- 2010**
- 174** Boer de, S., M.J. Bogaardt, P.H. Kersten, F.H. Kistenkas, M.G.G. Neven & M. van der Zouwen. Zoektocht naar nationale beleidsruimte in de EU-richtlijnen voor het milieu- en natuurbeleid. Een vergelijking van de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn in Nederland, Engeland en Noordrijn-Westfalen
- 175** Jaarrapportage 2009. WOT-04-001 – Koepel
- 176** Jaarrapportage 2009. WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 177** Jaarrapportage 2009. WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 178** Jaarrapportage 2009. WOT-04-005 – M-AVP
- 179** Jaarrapportage 2009. WOT-04-006 – Natuurplanbureauafunctie
- 180** Jaarrapportage 2009. WOT-04-007 – Milieuplanbureauafunctie
- 181** Annual reports for 2009; Programme WOT-04
- 182** Oenema, O., P. Bikker, J. van Harn, E.A.A. Smolders, L.B. Sebek, M. van den Berg, E. Stehfest & H. Westhoek. Quicksan opbrengsten en efficiëntie in de gangbare en biologische akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deelstudie van project 'Duurzame Eiwitvoorziening'
- 183** Smits, M.J.W., N.B.P. Polman & J. Westerink. Uitbreidingsmogelijkheden voor groene en blauwe diensten in Nederland; Ervaringen uit het buitenland
- 184** Dirx, G.H.P. (red.). Quick responsefunctie 2009. Verslag van de werkzaamheden
- 185** Kuhlman, J.W., J. Luitj, J. van Dijk, A.D. Schouten & M.J. Voskuilen. Grondprijkskaarten 1998-2008
- 186** Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, E. Lianouridis, H. Leneman & M.P.W. Sonneveld. Rol en betekenis van commissies voor gebiedsgericht beleid
- 187** Temme, A.J.A.M. & P.H. Verburg. Modelling of intensive and extensive farming in CLUE
- 188** Vreke, J. Financieringsconstructies voor landschap
- 189** Slangen, L.H.G. Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap
- 190** Knotters, M., G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland & D.J.J. Walvoort. A disposition of interpolation techniques
- 191** Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek, H.H. Luesink & J.H. Wisman. Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008
- 192** Beekman, V., A. Pronk & A. de Smet. De consumptie van dierlijke producten. Ontwikkeling, determinanten, actoren en interventies.
- 193** Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaeij, J. Vader & J. van Dijk. Baten van de EHS; De locatie van recreatiebedrijven
- 194** Veeneklaas, F.R. & J. Vader. Demografie in de Natuurverkenning 2011; Bijlage bij WOT-paper 3
- 195** Wascher, D.M., M. van Eupen, C.A. Mûcher & I.R. Geijzendorffer. Biodiversity of European Agricultural landscapes. Enhancing a High Nature Value Farmland Indicator
- 196** Apeldoorn van, R.C., I.M. Bouwma, A.M. van Doorn, H.S.D. Naeff, R.M.A. Hoefs, B.S. Elbersen & B.J.R. van Rooij. Natuurgebieden in Europa: bescherming en financiering
- 197** Brus, D.J., R. Vasat, G. B. M. Heuvelink, M. Knotters, F. de Vries & D. J. J. Walvoort. Towards a Soil Information System with quantified accuracy; A prototype for mapping continuous soil properties
- 198** Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen, m.m.v. M.H. Borgstein, E.J. Bos & P. van der Wielen. Verantwoording van de methodiek Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 199** Bos, E.J. & M.H. Borgstein. Monitoring Gesloten voer-mest kringlopen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 200** Kennismarkt 27 april 2010; Van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten Planbureau voor de Leefomgeving
- 201** Wielen van der, P. Monitoring Integrale duurzame stallen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 202** Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen. Monitoring Functionele agrobiodiversiteit. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 203** Jongeneel, R.A. & L. Ge. Farmers' behavior and the provision of public goods: Towards an analytical framework
- 204** Vries, S. de, M.H.G. Custers & J. Boers. Storende elementen in beeld; de impact van menselijke artefacten op de landschapsbeleving nader onderzocht
- 205** Vader, J. J.L.M. Donders & H.W.B. Bredenoord. Zicht op natuur- en landschapsorganisaties; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 206** Jongeneel, R.A., L.H.G. Slangen & N.B.P. Polman. Groene en blauwe diensten; Een raamwerk voor de analyse van doelen, maatregelen en instrumenten
- 207** Letourneau, A.P, P.H. Verburg & E. Stehfest. Global change of land use systems; IMAGE: a new land allocation module
- 208** Heer, M. de. Het Park van de Toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 209** Knotters, M., J. Lahr, A.M. van Oosten-Siedlecka & P.F.M. Verdonchot. Aggregation of ecological indicators for mapping aquatic nature quality. Overview of existing methods and case studies

- 210** *Verdonschot, P.F.M. & A.M. van Oosten-Siedlecka.* Graadmeters Aquatische natuur. Analyse gegevenskwaliteit Limnodata
- 211** *Linderhof, V.G.M. & H. Leneman.* Quickscan kosteneffectiviteitsanalyse aquatische natuur
- 212** *Leneman, H., V.G.M. Linderhof & R. Michels.* Mogelijkheden voor het inbrengen van informatie uit de 'KRW database' in de 'KE database'
- 213** *Schrijver, R.A.M., A. Corporaal, W.A. Ozinga & D. Rudrum.* Kosteneffectieve natuur in landbouwgebieden; Methode om effecten van maatregelen voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden te bepalen, een test in twee gebieden in Noordoost-Twente en West-Zeeuws-Vlaanderen
- 214** *Hoogland, T., R.H. Kemmers, D.G. Cirkel & J. Hunink.* Standplaatsfactoren afgeleid van hydrologische model uitkomsten; Methode-ontwikkeling en toetsing in het Drentse Aa-gebied
- 215** *Agricola, H.J., R.M.A. Hoefs, A.M. van Doorn, R.A. Smidt & J. van Os.* Landschappelijke effecten van ontwikkelingen in de landbouw
- 216** *Kramer, H., J. Oldengarm & L.F.S. Roupioz.* Nederland is groener dan kaarten laten zien; Mogelijkheden om 'groen' beter te inventariseren en monitoren met de automatische classificatie van digitale luchtfoto's
- 217** *Raffe, J.K. van, J.J. de Jong & G.W.W. Wamelink (2011).* Scenario's voor de kosten van natuurbeheer en stikstof-depositie; Kostenmodule v 1.0 voor de Natuurplanner
- 218** *Hazeu, G.W., Kramer, H., J. Clement & W.P. Daamen (2011).* Basiskaart Natuur 1990rev
- 219** *Boer, T.A. de.* Waardering en recreatief gebruik van Nationale Landschappen door haar bewoners
- 220** *Leneman, H., A.D. Schouten & R.W. Verburg.* Varianten van natuurbeleid: voorbereidende kostenberekeningen; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 221** *Knegt, B. de, J. Clement, P.W. Goedhart, H. Sierdsema, Chr. van Swaay & P. Wiersma.* Natuurkwaliteit van het agrarisch gebied
- 2011**
- 222** *Kamphorst, D.A. & M.M.P. van Oorschot.* Kansen en barrières voor verduurzaming van houtketens
- 223** *Salm, C. van der & O.F. Schoumans.* Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften
- 224** *Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. Rummelink.* Stikstof-verteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie
- 225** *M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (red.).* Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010
- 226** *Bogaart, P.W., G.A.K. van Voorn & L.M.W. Akkermans.* Evenwichtsanalyse modelcomplexiteit; een verkennende studie
- 227** *Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuyzen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit (2010).* Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 228** *Salm, C. van der, L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen & T.C van Leeuwen.* Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Landelijke Steekproef Kaartenheden (LSK).
- 229** *Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma.* Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-001 – Koepel
- 231** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 232** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-005 – M-AVP
- 234** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 235** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 236** *Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas.* Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOT-paper 7 – De deur klemt
- 237** *Harms, B. & M.M.M. Overbeek.* Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238** *Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings.* De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland; Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239** *Klijn, J.A.* Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 240** *Corporaal, A., T. Denters, H.F. van Dobben, S.M. Hennekens, A. Klimkowska, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & R.A.M. Schrijver.* Stenoeciteit van de Nederlandse flora. Een nieuwe parameter op grond van ecologische amplitudo's van de Nederlandse plantensoorten en toepassingsmogelijkheden
- 241** *Wamelink, G.W.W., R. Jochem, J. van der Gref, C. Grashof-Bokdam, R.M.A. Wegman, G.J. Franke & A.H. Prins.* Het plantendispersiemodel DIMO. Ter verbetering van de modellering in de Natuurplanner (werktitel)
- 242** *Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen & G.W.W. Wamelink.* Bruikbaarheid van WNK-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden. Eerste fase
- 243** *Goossen, C.M., R.J. Fontein, J.L.M. Donders & R.C.M. Arnouts.* Mass Movement naar recreatieve gebieden; Overzicht van methoden om bezoekersaantallen te meten
- 244** *Spruijt, J., P.M. Spoorenberg, J.A.J.M. Rovers, J.J. Slabbekoorn, S.A.M. de Kool, M.E.T. Vlaswinkel, B. Heijne, J.A. Hiemstra, F. Nouwens & B.J. van der Sluis.* Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming
- 245** *Walker, A.N. & G.B. Woltjer.* Forestry in the Magnet model.
- 246** *Hoefnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge & B.I. de Vos.* Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040
- 247** *Buurma, J.S. & S.R.M. Janssens.* Het koor van adviseurs verdient een dirigent. Over kennisverspreiding rond phytophthora in aardappelen
- 248** *Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen.* Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 249** *Kooten, T. van & T.C. Klok.* The Mackinson-Daskalov North Sea EcoSpace model as a simulation tool for spatial planning scenarios
- 250** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit

- dierlijke mest en kunstmest 1990-2008. Berekend met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 251** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemmissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekend met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 252** *Randen van, Y., H.L.E. de Groot & L.A.E. Vullings.* Monitor Agenda Vitaal Platteland vastgelegd. Ontwerp en implementatie van een generieke beleidsmonitor
- 253** *Agricola, H.J., R. Reijnen, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, J. Roos-Klein Lankhorst, L.M.G. Groenmeijer & S.L. Deijl.* Achtergronddocument Midterm meting Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 254** *Buiteveld, J. S.J. Hiemstra & B. ten Brink.* Modelling global agrobiodiversity. A fuzzy cognitive mapping approach
- 255** *Hal van R., O.G. Bos & R.G. Jak.* Noordzee: systeemodynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 256** *Teal, L.R..* The North Sea fish community: past, present and future. Background document for the 2011 National Nature Outlook
- 257** *Leopold, M.F., R.S.A. van Bemmelen & S.C.V. Geelhoed.* Zeevogels op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 258** *Geelhoed, S.C.V. & T. van Polanen Petel.* Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 259** *Kuijs, E.K.M. & J. Steenbergen.* Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 260** *Baptist, M.J.* Zachte kustverdediging in Nederland; scenario's voor 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 261** *Wiersinga, W.A., R. van Hal, R.G. Jak & F.J. Quirijns.* Duurzame kottervisserij op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 262** *Wal J.T. van der & W.A. Wiersinga.* Ruimtegebruik op de Noordzee en de trends tot 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 263** *Wiersinga, W.A. J.T. van der Wal, R.G. Jak & M.J. Baptist.* Vier kijkrichtingen voor de mariene natuur in 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 264** *Bolman, B.C. & D.G. Goldsborough.* Marine Governance. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 265** *Bannink, A.* Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008; Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions
- 266** *Wyngaert, I.J.J. van den, P.J. Kuikman, J.P. Lesschen, C.C. Verwer & H.H.J. Vreuls.* LULUCF values under the Kyoto Protocol; Background document in preparation of the National Inventory Report 2011 (reporting year 2009)