

Gedegen, innovatieve en verbindende monitoring  
van het waddengebied

## **GROUP MODEL BUILDING OVER MOSSELVISSERIJ IN DE WADDENZEE**

**RAPPORTAGE**

Pim Vugteveen  
Etiënne Rouwette  
Hendrik Stouten  
Lucien Hanssen

Radboud Universiteit Nijmegen  
IWWR - Afdeling Milieukunde

Radboud Universiteit Nijmegen  
NSM – Afdeling Methoden

# INHOUDSOPGAVE

<b>1 INLEIDING .....</b>	<b>4</b>
1.1 Doel- en vraagstelling .....	4
<b>2 WERKWIJZE .....</b>	<b>6</b>
<b>3 INLEIDING TOT HET MODEL MOSSELVISSERIJ.....</b>	<b>8</b>
3.1 Submodel 1 – Dynamiek zaadval en mosselgroei .....	11
3.2 Submodel 2 – Sterftefactoren mosselzaad .....	14
3.3 Submodel 3 – Dynamiek markt en economie.....	15
3.4 Submodel 4 - Dynamiek natuur.....	18
3.5 Submodel 5 – Regelgeving en gebruiksruimte.....	21
<b>4 OP WEG NAAR SES INDICATOREN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Variabelen in huidige monitoringsprogramma's .....	24
4.2 Variabelen en mogelijke SES indicatoren uit eindmodel.....	27
4.3 SES indicatoren voor mosselvisserij .....	31
<b>5 REFERENTIES .....</b>	<b>34</b>
<b>BIJLAGE 1 - MODEL AAN EINDE SESSIE .....</b>	<b>36</b>
<b>BIJLAGE 2 - MODEL VARIABELEN.....</b>	<b>37</b>
<b>BIJLAGE 3 - GESELECTEERDE VARABELEN.....</b>	<b>38</b>

# 1 INLEIDING

De Radboud Universiteit Nijmegen is een van de partners in het WaLTER project (Wadden Sea Long-Term Ecosystem Research). WaLTER richt zich op de ontwikkeling van een toegankelijk dataportaal en een blauwdruk voor een basismonitoring in het Waddengebied. Aanleiding voor het project is de overtuiging dat goede data en afgeleide informatieproducten essentieel zijn voor een beter begrip van het ecologisch en socio-economisch functioneren van het Waddengebied. WaLTER beoogt bestaande onderzoeks- en monitoringsprogramma's op elkaar af te stemmen, data beter te ontsluiten en gaten in het meetnet te vullen op basis van bestaande en nieuwe informatiebehoeftes. WaLTER wil daarmee een platform bieden voor ondersteuning van een goed beheer van het gebied.

Het monitoren van ecologische en socioeconomische ontwikkelingen is van belang om te kunnen bepalen waar en onder welke voorwaarden economische activiteiten zoals mosselvisserij mogelijk zijn in de Waddenzee. Een goede monitoring is daarom randvoorwaardelijk voor beleid en beheer (toezicht en handhaving). Bij het herinrichten van de monitoring is het verstandig de vraag te stellen of bestaande programma's nog steeds optimaal zijn ingericht als informatiebron voor goed beheer en duurzaam gebruik. Daarvoor is het essentieel dat er bij de verschillende partijen die betrokken zijn bij de monitoring en bij gebruikersgroepen van data en informatie (beleid, visserij, natuurbescherming) een eensluidend gezamenlijk beeld bestaat over welke metingen nodig zijn voor een adequate monitoring met afgeleide indicatoren voor goed beheer en duurzaam gebruik van het Waddengebied. Participatieve modelbouw kan bijdragen om informatie- en monitoringsbehoeften vanuit een gedeeld probleem- en systeembegrip scherp te krijgen. In het kader van het WaLTER project heeft de Radboud Universiteit een participatieve modelbouwsessie georganiseerd rondom mosselvisserij in de Waddenzee.

## 1.1 Doel- en vraagstelling

In een workshop met experts en belanghebbenden willen we via participatieve modelbouw kennis delen, integreren en via gezamenlijke modellering aangrijpingspunten vinden voor betekenisvolle systeemindicatoren voor de mosselvisserij in de Waddenzee. We maken in de sessie gebruik van methodische benaderingen uit de systeemdynamica en participatieve modellering. Systeemdynamica is een benadering die wordt gebruikt om te begrijpen hoe systemen in de tijd veranderen. Participatieve modellering is een manier om dit begrip vanuit een groepsproces te ontwikkelen. De volgende vraag staat centraal:

- *Welke variabelen en relaties verklaren de ontwikkeling van de mosselvisserij op basis van een systeemdynamisch model?*

Op basis van het model dat we gezamenlijk ontwikkelen, willen we kijken welke systeemvariabelen voor deelnemers een belangrijke informatiewaarde vertegenwoordigen, of anders gezegd, wat zijn relevante variabelen waar men graag (meer) gegevens over zou willen hebben om in de informatiebehoeften te voorzien. Dit kunnen stuurvariabelen zijn, waarmee we in het beheer en beleid kunnen reguleren en controleren. Daarnaast kunnen het procesvariabelen zijn om

trends in ontwikkeling te signaleren. Tot slot kan het eindvariabelen betreffen die we op een bepaald gewenst niveau willen houden vanuit doelstellingen voor behoud en duurzaam gebruik. Vervolgens willen we deze variabelen en hun systeemrelaties interpreteren in de context van Socioeconomisch-Ecologisch-Systeem (SES) indicatoren voor mosselvisserij. Een tweede vraag is daarbij:

► *Welke van de geïnventariseerde variabelen uit het ontwikkelde model vormen een aangrijpingspunt voor het ontwikkelen van SES indicatoren voor de mosselvisserij?*

Dit rapport presenteert een geïntegreerd verslag van de resultaten van de bijeenkomst en van de terugkoppelingsronde onder de deelnemers via een online vragenlijst. In het rapport wordt het eindmodel beschreven zoals in de sessie is ontwikkeld. De variabelen en hun relaties worden gepresenteerd aan de hand van vijf submodellen. In de bespreking van de modellen worden de resultaten van de terugkoppelingsronde betrokken. Opmerkingen en aanvullingen op het model uit de terugkoppelingsronde worden in aparte tabellen gepresenteerd. Het laatste deel van het rapport bespreekt belangrijk bevonden variabelen uit het model die als aangrijpingspunten kunnen dienen voor Socioeconomisch-Ecologisch-Systeem (SES) indicatoren voor de mosselvisserij.

## 2 WERKWIJZE

In de workshop staan twee stappen centraal: (1) het inventariseren van belangrijke variabelen voor de mosselvisserij in de Waddenzee en (2) het leggen van verbanden tussen deze variabelen in een causaal model. Deze bijeenkomst vond plaats in het zogenaamde *VISA skills lab*, een faciliteit van de Faculteit Managementwetenschappen aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Er waren 15 deelnemers vanuit verschillende organisaties, zie tabel 1. Facilitatoren van de sessie waren Etiënne Rouwette en Hendrik Stouten, als observatoren fungeerden Pim Vugteveen en Lucien Hanssen.

In de sessie is gebruik gemaakt van de methodiek van *group model building* (Rouwette et al. 1997). Group model building is een manier om verschillende visies aan het licht te brengen en te structureren. De methode is gebaseerd op systeemdynamica en helpt mensen hun problemen in een systeemcontext te beschouwen. Probleemvisies worden geïntegreerd in de vorm van een systeemdynamisch model (causaal model), waarbij de modelbouwer fungeert als facilitator. Hij of zij neemt geen inhoudelijke positie in, maar structureert en begeleidt het proces van modelbouw. In een causaal model zijn de belangrijkste variabelen en hun onderlinge relaties weergegeven. De methodiek gaat verder dan het aan het licht brengen van aanwezige visies of mentale modellen. Door de betrokkenen gezamenlijk aan een proces van modelbouw te laten deelnemen, wordt ook geleerd over elkaars ideeën. Verder worden deelnemers in de loop van het proces eigenaar van het model en gaan zich eraan committeren. Het doel is een kwalitatief hoogwaardige analyse te maken en mogelijke SES indicatoren te identificeren die op draagvlak kunnen rekenen bij de deelnemers.

**Tabel 1. Affiliatie deelnemers**

DEELNEMER	ORGANISATIE
#R1	Waddensleutels
#R2	Programma Rijke Waddenzee
#R3	RU Groningen
#R4	Vissersvereniging Yerseke
#R5	Vissersvereniging Helpt Elkander
#R6	NIOZ
#R7	Consultant
#R8	Programma Rijke Waddenzee
#R9	NIOZ
#R10	Marinx
#R11	Algemeen Vissersbelang
#R12	IMARES
#R13	SOVON
#R14	LEI
#R15	LEI

Na het uitleggen van het doel van de sessie en een voorstelronde onder de deelnemers is de terminologie en visualisatie van systeemdynamische modellering geïntroduceerd aan de hand van een prototype model voor mosselvisserij. Vervolgens is de deelnemers de vraag gesteld: *Welke variabelen spelen een rol in de mosselvisserij in het Waddengebied?* Variabelen kunnen zowel oorzaken, invloeden, als gevolgen zijn. De deelnemers noteerden variabelen. Daarna werd elke deelnemer afzonderlijk gevraagd hun drie meest belangrijke variabelen te

noemen. Alle variabelen zijn toegelicht, beargumenteerd en zo nodig geherformuleerd. Het resultaat was een lijst met 47 variabelen die een rol spelen in de mosselvisserij in de Waddenzee; in bijlage 2 is de complete lijst opgenomen. Na het inventariseren en bespreken van de variabelen werd begonnen met het bouwen van een systeemdynamisch model. Startpunt voor het modelleren, was de vraag welke variabelen de mosselzaadval beïnvloeden c.q. welke oorzaken en gevolgen zijn er te onderscheiden. Vervolgens zijn één voor één de variabelen en relaties in het model gebracht op basis van argumentatie en na consensus van de gehele groep. Na afloop van de VISA skills lab sessie zijn de resultaten door de onderzoekers verwerkt in een voorlopig eindmodel bestaande uit vijf modelcomponenten, ofwel submodellen:

- 1) Dynamiek zaadval en mosselgroei;
- 2) Sterftefactoren mosselzaad;
- 3) Dynamiek markt en economie;
- 4) Dynamiek natuur;
- 5) Regelgeving en gebruiksruimte.

Vervolgens is een terugkoppelingsronde georganiseerd waarin de deelnemers is gevraagd te reageren op dit voorlopige model. Hiertoe is een online vragenlijst opgesteld met daarin een aantal vragen ter verificatie van de ingebrachte redeneringen en variabelen in het model. Ook is deelnemers gevraagd aan te geven of de relaties in het concept model aanvulling of correctie behoeften en aan te geven welke van de nog niet opgenomen variabelen in het voorlopige model alsnog in het model geplaatst zouden moeten worden. Naast vragen ter controle van de juistheid van weergegeven variabelen en relaties, waren er vragen opgenomen om de informatiewaarde van het model voor de deelnemers te bepalen. Tot slot is de deelnemers gevraagd om aan te geven welke van de geïnventariseerde variabelen een aangrijpingspunt vormen voor de ontwikkeling van indicatoren. Aanpassingen in het model na de sessie zijn doorgevoerd op basis van de terugkoppelingsronde en hebben betrekking op gesignaleerde technische of logische inconsistenties in het model en op een consequent gebruik van terminologie.

### 3 INLEIDING TOT HET MODEL MOSSELVISSERIJ

De kweek van mosselen in Nederland is gebaseerd op bodemcultuur en vindt plaats op kweekpercelen in de Westelijke Waddenzee en de Oosterschelde. De percelen liggen voornamelijk in het *sublitoraal*, dit zijn de gebieden die bij laagwater niet droogvallen. Om mosselen te kweken, is uitgangsmateriaal nodig in de vorm van jonge mosseltjes: het zogeheten mosselzaad. Dit wordt van oudsher opgevist van natuurlijk gevormde sublitorale mosselzaadbanken in de Waddenzee. Op litorale mosselbanken wordt dus niet gevestigd. De mosselzaadvisserij vindt doorgaans tweemaal per jaar plaats. De eerste keer in het najaar op de nieuw gevormde zaadbanken en dan vooral op banken die relatief instabiel liggen. Dit zijn banken die een grotere kans hebben om in de winter te verdwijnen. De tweede keer in het voorjaar daarop, op de overgebleven banken die in de meer stabiele gebieden liggen.

Voor de mosselzaadvisserij is een vergunning nodig op basis van de Visserijwet. De Waddenzee is een beschermd natuurgebied en daarom is er om te mogen vissen ook een vergunning nodig op basis van de Natuurbeschermingswet (NB-wet). Voor het verlenen van de NB-wet vergunning is vereist dat wordt aangetoond dat de visserij geen negatieve effecten heeft op de natuur. Er zijn instandhoudingsdoelen voor het habitatype waarin de visserij plaats vindt, in dit geval het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (1110A). Wat betreft habitatype 1110A is gesteld dat de kwaliteit van dit habitatype in de Waddenzee verbeterd moet worden. Kwaliteitsverbetering is vooral mogelijk door een deel van de mosselbanken betere ontwikkelingskansen te bieden; deze verbeteropgave is juridisch vastgelegd in het Aanwijzingsbesluit Waddenzee uit 2009 (Smaal et al. 2013).

Eind 2004 is het Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020 *Ruimte voor een zilte oogst* vastgesteld. In dit nieuwe beleid is een toekomstperspectief geschetst voor de ontwikkeling van een duurzame schelpdiervisserij. Het beoogde doel is een economisch gezonde bedrijfstak met productiemethoden die de natuurwaarden respecteren en waar mogelijk versterken. In februari 2008 is een mosselconvenant gesloten tussen de mosselsector, overheid en natuurorganisaties met als belangrijkste doel de omschakeling van zaadvisserij, als bron van grondstof voor de mosselkweek naar alternatieve bronnen, waarbij de productie van mosselzaad in mosselzaadinvanginstallaties (MZIs) het meeste perspectief lijkt te bieden. Deze transitie vindt stapsgewijs plaats. Uitgangspunt is dat ook met MZI-zaad een rendabele mosselkweek mogelijk moet blijven (LEI 2014). Het sluiten van gebieden voor de mosselzaadvisserij is onderdeel van het transitieproces en vindt primair plaats in gebieden waar mosselbanken de grootste kans hebben te overleven. Eenmaal gesloten gebieden blijven gesloten, zodat de banken zich ongestoord kunnen ontwikkelen. Monitoring moet uitwijzen of de gesloten niet-beviste zaadbanken zich inderdaad tot habitats met rijke biogene structuren ontwikkelen (Jansen et al. 2012).

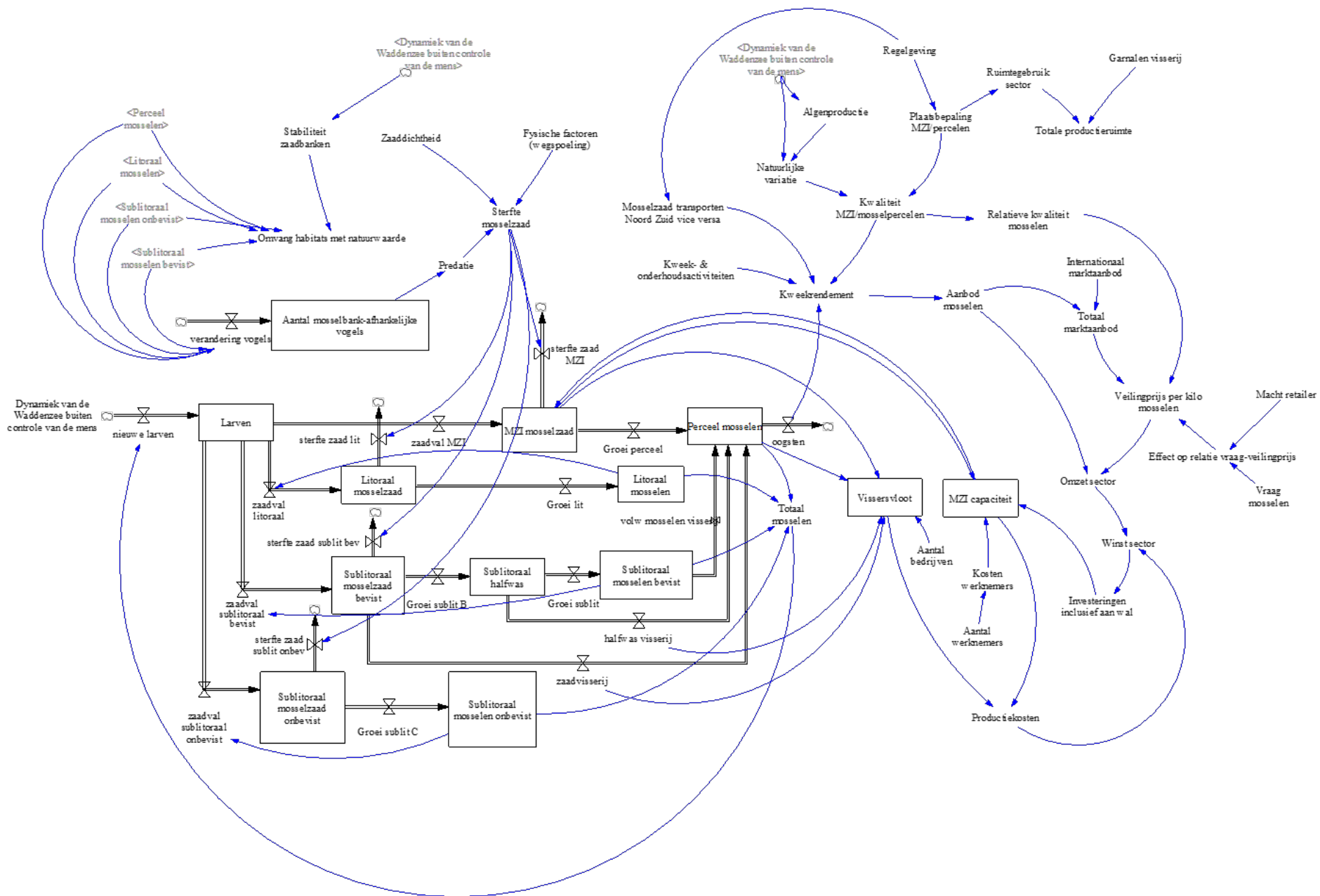
In figuur 1 staat het eindmodel weergegeven, zoals dit is ontwikkeld in de sessie en waar nodig aangepast op basis van de terugkoppelingsronde naar de deelnemers. In bijlage 1 staat het modelresultaat van de sessiedag zelf weergegeven. Er zijn vijf submodellen in het eindmodel onderscheiden die we hierna afzonderlijk bespreken. De rapportering bij elk van de submodellen is gebaseerd op notities gemaakt tijdens de sessie en op de commentaren uit de terugkoppelingsronde.

---

**Legenda bij Figuur 1** (zie volgende pagina):

- een rechthoek verwijst naar een stock, dat wil zeggen een hoeveelheid die op een bepaald moment in de tijd bestaat. Denk bijvoorbeeld aan het aantal werknemers in een organisatie, vissen in een bepaald gebied of water in een badkuip.
- de dubbele lijnen met het kraansymbool verwijzen naar een flow, oftewel een stroom van een fysieke grootheid. Deze worden gemeten over de tijd. Denk bijvoorbeeld aan het aantal aangenomen of ontslagen personeelsleden per maand, of de groei of sterfte van vissen in een jaar.
- een wolkje geeft aan dat de herkomst of bestemming van een fysieke stroom buiten het model ligt. In een personeelsmodel kan het bijvoorbeeld niet van belang zijn waar aangenomen werknemers vandaan komen. In dat geval is het begin van het stroomproces aangegeven met een wolk.
- een enkele pijl geeft aan dat informatie stroomt: er is een causale relatie tussen de twee variabelen die de pijl verbindt.

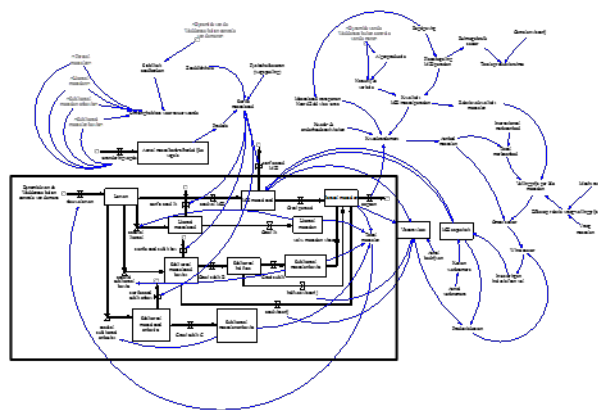




**Figuur 1. Systemdynamisch model voor mosselvisserij in de Waddenzee**

### 3.1 Submodel 1 – Dynamiek zaadval en mosselgroei

Het gedeelte links onderin het eindmodel in figuur 1 is afgebakend als submodel 1. Dit submodel beschrijft de groeidynamiek van mosselen (in de Waddenzee), van het larvale tot het volwassen stadium, vanuit een productieperspectief voor visserij. In het model wordt een onderscheid gemaakt in de ontwikkelingsstadia larven, mosselzaad, halfwas mosselen, en meerjarige (consumptie) mosselen.



De belangrijkste grondstof voor de kweek vormt het mosselzaad voortkomend uit de zaadval. De term zaadval verwijst naar de vestiging van juvenielen op de bodem (of MZIs). Ook de term broedval wordt gehanteerd om dit proces aan te duiden, met name door ecologen, waarbij deze betrekking heeft op larvale schelpen van 1,5 à 2 mm groot die naar de bodem uitzakken. De term 'zaadval' wordt (verwarrend genoeg) binnen de visserij ook gebruikt om te verwijzen naar het gevestigde mosselzaad op het moment van visserij, waarbij het gaat om de aanwezigheid/hoeveelheid mosselen van 1 tot 2 cm grootte op de bodem en/of MZI. Naast mosselzaad wordt ook op halfwas mosselen (4 à 5 cm groot) gevestigd, en soms ook op meerjarige mosselen.

In de context van visserij is de dynamiek van het mosselzaad ('zaadval') de resultante van het aantal vestigende larven en de overleving tot het gedefinieerde moment van zaadvisserij. In de Waddenzee lijkt deze dynamiek vooral te worden bepaald door de *overleving* van de gevestigde larven en niet door het aantal larven. De hoeveelheid mossellarven in de Waddenzee is onder de huidige omstandigheden namelijk geen beperkende factor. Vanuit de brede (ecologische) betekenis verwijst zaadval/broedval in het model dus naar het proces dat verklaart hoe het totale larvenaanbod wordt verdeeld over de verschillende compartimenten (MZI zaad, litoraal zaad, etc.). Dit wordt in het model door flowpijlen gerepresenteerd.

Er is een enorme variatie in zaadval tussen jaren en plekken die door verschillende (onbegrepen) factoren veroorzaakt wordt. Het model moet dus rekening houden met stochastiek, zoals in het model aangegeven met de variabele 'dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens'.

Deze stochastiek heeft betrekking op het proces van zaadval als zodanig (wel geen vestiging op de bodem) en op de overlevingskansen tot aan de visserij (de dynamiek van de zaadbanken). De zaadval op MZI is minder stochastisch en daarom bedrijfszekerder, wat gunstig is vanuit het perspectief van de sector.

Er zijn gegevens van de laatste dertig jaar waarvan we voor elk jaar weten hoeveel "zaad" er was in het najaar (sinds 1993 de belangrijkste visperiode) en in het voorjaar (vóór 1993 de visperiode en na 1993 voor aanvulling). Voor de laatste jaren is er ook informatie over MZIs. Om de dynamiek van zaadval te kwantificeren (van jaar tot jaar) zou je wel kunnen aangeven in welke frequentie wat voor zaadvallen voorkomen. Het algemene beeld is dat de zaadval aan MZI vanuit visserijperspectief goed te noemen is, en dat de zaadval in het sublitoraal regelmatig is dan in het litoraal.

Het model maakt een onderscheid tussen de verschillende bestemmingen van het mosselzaad; deels vormt het wilde sublitorale en litorale mosselbanken, en deels wordt het sublitoraal opgevestigd van de bodem en opgevangen door MZIs. De term “onbevestigd” verwijst in het model naar gebieden gesloten voor visserij. Het opgevestigde/opgevangen zaad wordt door de vissers overgebracht naar kweekpercelen om daar op te groeien tot consumptiemosselen ('perceel mosselen'), en vervolgens te worden geoogst. De eindvariabele 'totaal mosselen' in het model verwijst naar het totaal aan mosselen (inclusief halfwas) dat op de sublitorale en litorale banken, en op de percelen aanwezig is. Door reproductie is er een terugkoppeling naar het aantal nieuwe larven. Naast reproductie en groei is er ook verlies van mosselen. In het model is sterfte van mosselzaad ingebracht als verliesfactor. Sterfte van mosselzaad vindt plaats onder invloed van biologische factoren als predatie en fysieke factoren als wegspoeling, zoals aangegeven in submodel 2. Naast verliesfactoren zijn ook factoren die de overleving en groei van mosselzaad positief beïnvloeden. Het model bevat ook een terugkoppelingsrelatie van litorale/sublitorale mosselen naar zaadval. Het gaat hierbij om een substraateffect; dwz de aanwezigheid van volwassen mosselen heeft een positieve feedback op de vestiging/aanhechting van mosselzaad. Dit is vanuit een ecologisch standpunt van belang, maar vanuit het oogpunt van een productiemodel minder relevant.

**Tabel 2. Samenvatting opmerkingen bij submodel 1 in terugkoppelingsronde**

	Deelnemer
- Sterftetermen zijn in het model alleen bij mosselzaad geplaatst, maar sterfte treedt gedurende de gehele ontwikkelingsperiode op, ook bij larvale, halfwas en volwassen stadia.	#R1; #R2; #R6; #R13
- Volgroeien zou ik gewoon groei noemen. - Tussen mosselzaad MZI en perceelmosselen moet de flow-pijl 'oogsten' zijn en niet 'volgroeien'. Het mosselzaad is enkele maanden op de MZI en wordt in hetzelfde seizoen geoogst - het groeit niet uit tot halfwas of groter. Tussen sublitoraal mosselzaad bevestigd en sublitoraal halfwas zou gewoon 'groeien' of 'uitgroeien' moeten staan.	#R6; #R8
- Er mist een verwijzing naar het voedsel van de mossel. Groei is onder andere afhankelijk van voedsel, fytoplankton, eencellige algen in de waterkolom. De beschikbaarheid van fytoplankton voor de mossels wordt bepaald door de groeisnelheid van de algen in het systeem (primaire productie) en de aanvoer van de algen naar de mosselbank door getijdestroom. - Percelen kunnen ook gezaaid worden met mosselzaad van buiten het gebied: extra variabele en flow richting 'Perceel mosselen'. - Er mist een verwijzing naar het voedsel van de mossel. Groei is onder andere afhankelijk van voedsel, fytoplankton, eencellige algen in de waterkolom. De beschikbaarheid van fytoplankton voor de mossels wordt bepaald door de groeisnelheid van de algen in het systeem (primaire productie) en de aanvoer van de algen naar de mosselbank door getijdenstroom.	#R6
- Er moet ook een dubbele lijn van sublitorale mosselen naar 'Perceel mosselen'. het zullen er maar weinig zijn na 2 jaar vissen en natuurlijke sterfte, maar het komt wel voor en is/was belangrijk in de discussies in PRODUS en Mosseltransitie.	#R7
- Zoals het nu is staat de variabele 'totaal mosselen' alleen voor de volwassen mosselen, maar de variabelen 'perceel mosselen', 'litoraal mosselen', en 'sublitoraal mosselen onbevestigd' bevatten zowel halfwas als volgroeide mosselen. De variabele 'zaadval sublitoraal' moet ook de toevoeging 'bevestigd' hebben. - Verder is de vraag of de perceelmosselen ook bij het totaal aan mosselen horen zoals nu wel in model staat aangegeven. Als het over biomassa gaat is dit natuurlijk wel zo, maar omdat de banken niet natuurlijk zijn (ook qua ligging) en semi-onderhouden worden is vanuit de natuurbescherming omstreven dat zij qua areaal	#R8; #R12

bij de sublitorale banken horen.	
- Een deel van het mosselzaad en halfwas mosselen wordt naar percelen in de Oosterschelde getransporteerd. Dat ontbreekt nu in het schema.	#R13
- Het plaatje wordt eenvoudiger als de onderverdeling van sublitorale mossels tussen bevist en onbevist komt te vervallen. Zaadvisserij en halfwasvisserij zijn sturend voor wat uiteindelijk onbevist blijft (belangrijk hier is hoe we onbevist definiëren, alles wat blijft liggen of de mossels die in gebieden liggen die gesloten zijn voor visserij?). - Inconsequent is dat voor de mosselen 'sublitoraal bevist' een tussenstap wordt gemaakt van 'sublitoraal halfwas'. Middels 'volgroeien sublitoraal' groeit het deel dat niet wordt opgevist ('halfwas visserij') uit tot 'sublitoraal mosselen' en dit draagt bij aan 'Totaal mosselen', dus het totale mosselbestand. Maar: de variabele 'Sublitoraal halfwas' maakt ook deel uit van het totale mosselbestand en onder deze leeftijd/grootte categorie vindt ook natuurlijke sterfte plaats. Dus er zou een blauwe pijl moeten lopen van 'Sublitoraal halfwas' naar 'Totaal mosselen'. En van 'Sublitoraal halfwas' een zwarte flow pijl voor 'sterfte sublitoraal halfwas'.	#R6; #R12
- De flowpijlen zaadval zijn de resultante van het aantal vestigende larven en de overleving tot het gedefinieerde moment van zaadval. De stochastiteit / complexiteit van het proces is gevangen binnen 'dynamiek Waddenzee' resulterend in een bepaald larvenaanbod. Het is voldoende als in het larvenaanbod een stochastische zit die overeenkomt met wat geobserveerd wordt. Vervolgens zit de 'dynamiek zaadval' in hoe het totale larvenaanbod wordt verdeeld over de verschillende compartimenten (MZI zaad, litoraal zaad, etc.). - De variabele 'dynamiek Waddenzee' daarom wel opnemen als stochastische variabele die op vele plaatsen aangrijpt (zaadval, overleving, groei) met voor de laatste twee een sterke ruimtelijke heterogeniteit. Is dus lastig te modelleren.	#R6; #R10; #R12; #R14

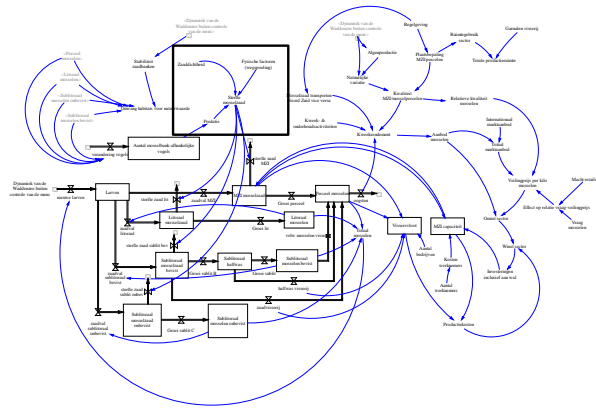
Op basis van de opmerkingen in tabel 2 is besloten om een aantal aanpassingen in het eindmodel aan te brengen, zie tabel 3. Deze aanpassingen hebben betrekking op gesignaleerde technische of logische inconsistenties in het model en op een consequent gebruik van terminologie.

**Tabel 3. Doorgevoerde aanpassingen in eindmodel**

- De term 'volgroeien' is vervangen door de term 'groei'.	#R6; # R8
- De variabele 'Zaadval sublitoraal' heeft de toevoeging 'bevist' gekregen.	#R12
- De oorspronkelijke relatie(pijl) vanuit 'oogsten' naar 'aanbod mosselen' loopt nu via 'kweekrendement'.	Auteurs
- Een flow pijl van 'Sublitorale mosselen' naar 'Perceel mosselen' is toegevoegd.	#R7
- De variabele 'Dynamiek zaadval' is verwijderd; de variabele 'Dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens' is aan begin van de flow 'nieuwe larven' geplaatst als herkomst van de flow buiten het model.	#R6; #R9; #R10; #R12; #R14

### 3.2 Submodel 2 – Sterftefactoren mosselzaad

Het gedeelte links midden in het eindmodel in figuur 1 is afgebakend als submodel 2 en heeft als centraal thema de sterftefactoren van mosselzaad. De sterfte van mosselzaad wordt bepaald door biologische factoren als predatie, fysische (omgevings)factoren, en zaaddichtheid. Zeesterren en krabben zijn een belangrijke predatiefactor voor mosselen. Een belangrijke fysische factor vormt de wegspoeling (bij stormen) van mosselzaad uit het systeem. De variabele ‘zaaddichtheid’ kan zowel worden geïnterpreteerd als zaaidichtheid bij de kweek op de percelen, als de dichtheid na zaadval op natuurlijke banken, waarbij de eerste manipuleerbaar is. Er bestaan verschillende interacties tussen de sterftefactoren, zoals tussen predatie en omgevingsfactoren. Zoutgehalte heeft bijvoorbeeld een sterke invloed op de verspreiding van de zeester; hoe brakker, hoe minder zeesterren, zodat mossels in de brakker gebieden veel minder grote predatiedruk van zeesterren ondervinden. Daarnaast staat zaaddichtheid niet los van predatie en fysieke factoren. De kans op predatie zal door zaaddichtheid worden beïnvloed. Onderzoek heeft laten zien dat de predatie (door krabben) op percelen erg hoog is, en daarmee een flinke impact heeft op het kweekrendement. Ook het risico van wegspoelen hangt o.a. af van zaaddichtheid.



Kwekers verrichten inspanningen om de sterfte te verminderen die in beginsel op alle drie de sterftefactoren inwerken. Er zijn naast genoemde causale variabelen mogelijk andere sterftefactoren van belang, zoals ziektes.

**Tabel 4. Samenvatting opmerkingen bij submodel 2 in terugkoppelingsronde**

	Deelnemer
- Er ontbreekt een variabele: de inspanningen van de kwekers om de sterfte te verminderen. Die werkt in beginsel in op alle drie de sterftefactoren (mits ze hun vak verstaan). Het model zou moeten worden uitgebreid door koppeling te maken met (nieuwe variabele) sterfte op de percelen, welke op z'n beurt gekoppeld is aan kweekrendement.	#R2
- Effect zaaddichtheid op fractie sterfte mosselzaad' kan beter 'effect zaaiverlies' genoemd worden. Er treedt namelijk altijd sterfte op na zaaien, of je het nu dik of dun zaait. -Het is te overwegen om de variabele 'Effect zaaddichtheid' te splitsen in 'Dichtheid na zaadval' en 'Zaaidichtheid op percelen'.	#R4; #R10
- Mogelijk zijn ook andere sterftefactoren van belang, zoals ziektes. Ook zaadvisselij kan als verliesfactor van mosselzaad worden gezien. Ten eerste het daadwerkelijke wegvissen en de eventuele negatieve of positieve effecten op het achterblijvende mosselzaad.	#R6
- Genoemde sterftefactoren gelden ook voor halfwas en grote/volwassen mosselen.	#R7
- Zou het effect van klimaat moeten worden opgenomen? Match-mismatch predatie/voedsel. - Nu staat bij 2 van de 4 termen (effect op) fractie sterfte. Het woord fractie kan mijns inziens eruit.	#R8
- Fysiek zou ik fysisch noemen.	#R7; #R10

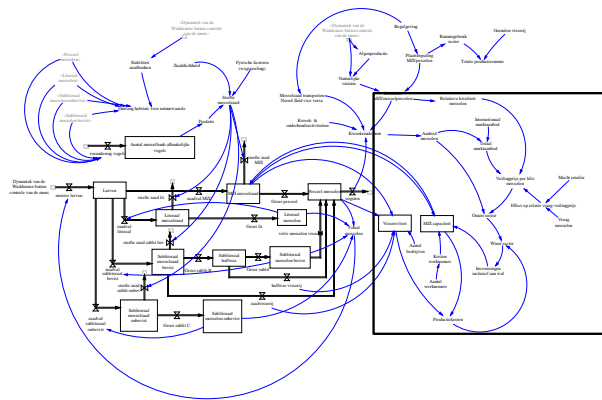
Op basis van de opmerkingen in tabel 4 is besloten om een aantal aanpassingen in het eindmodel aan te brengen, zie tabel 5. Deze aanpassingen hebben betrekking op gesignaleerde technische of logische inconsistenties in het model en op een consequent gebruik van terminologie.

**Tabel 5. Doorgevoerde aanpassingen in eindmodel**

- De term 'fysieke' is vervangen door 'fysische'.	#R7; #R10
- De term 'Fractie sterfte mosselzaad' is aangepast in 'Sterfte mosselzaad'.	#R8
- De blauwe relatiepijlen naar 'sterfte' mosselzaad zijn de effecten; dus tekst 'effect..op' is overbodig en verwijderd.	auteurs

### 3.3 Submodel 3 – Dynamiek markt en economie

Het gedeelte rechts onderin het eindmodel in figuur 1 is afgebakend als submodel 3 en heeft als centraal thema de dynamiek van de markt en de economie. De centrale redenering in dit submodel betreft de economische kosten-baten van de visserij, verbonden met de fysieke productie van mosselen in submodel 1. Uit het model volgt dat, afhankelijk van de productie, een bepaalde hoeveelheid mosselen op de markt wordt gebracht.



Het aanbod van mosselen en de prijs op de veiling bepalen omzet en winst binnen de sector. Het totale marktaanbod bepaalt de prijs van het product. Op een markt van vraag en aanbod en waarbij mosselen op inschrijving worden verkocht, leidt een groot aanbod tot lagere prijzen en vice versa. De Nederlandse vissers concurreren op de markt met internationale producenten ('internationaal marktaanbod'). Wanneer de prijs voor mosselen te hoog wordt, zal er door de verwerkende industrie eerder overgestapt worden naar import mosselen of mosselvervangende producten.

De winst van de sector bepaalt mede de mogelijkheid om te investeren in MZIs, de vloot, voorzieningen aan de wal, en arbeid. Aan het handhaven van een bepaalde productiecapaciteit (MZIs en vloot) zijn bepaalde productiekosten verbonden, ten koste van sectorwinsten. De productiekosten zijn een belangrijke variabele. Als de productiekosten te hoog worden (door bijvoorbeeld toegenomen investeringen in MZI capaciteit voor het invangen van mosselzaad) en de mosselen niet voor een almaar groeiende prijs op de markt terecht kunnen komen (door een alternatief aanbod op de markt), zou het zo kunnen zijn dat de productie van een kilo mosselen hoger ligt dan de opbrengst. Dit brengt een negatief rendement. Bij lage productiekosten en een goede prijs in de markt kan er weer sprake zijn van een positief rendement. Dit kan weer leiden tot nieuwe investeringen. Vanuit het perspectief van visserijbeleid kan het interessant zijn om binnen het model de productiekosten en investeringen apart te specificeren voor de traditionele mosselcultuur en voor de innovaties, zoals respectievelijk vervat binnen de variabelen 'visserijvloot' en 'MZI capaciteit'. Investeringen in deze twee onderdelen

zullen allebei op hun eigen manier een effect hebben op het aanbod van mosselen, niet alleen op de hoeveelheid maar ook op de variatie tussen jaren. Ook het aantal banen in de sector hangt hiermee samen. Beleidstechnisch is het immers belangrijk om te zien wat de kosten en baten zijn van investeringen in de innovaties ten opzichte van die in de traditionele vloot (zie ook de recente notitie “Quick scan Mosselsector”, Taal & Turenhout 2013).

Arbeidskosten zijn een belangrijke post binnen de totale productiekosten en worden bepaald door aantal werknemers. Werkgelegenheid en arbeidskosten zijn sterk gekoppeld met een toename van MZI capaciteit; er zijn namelijk meer werknemers nodig om MZI gerelateerde activiteiten uit te voeren (vervoer materiaal, onderhoud, etc.). Het aantal bedrijven in de sector is gekoppeld met de grootte van de vissersvloot. Zoals een mosselkweker aangaf tijdens de sessie: de grootte van de vloot zelf is redelijk stabiel, boten blijven (lang) binnen families en worden in de regel ingelijfd bij een ander bedrijf wanneer een bedrijf stopt. De variabele ‘vissersvloot’ omvat hier de schepen gebruikt voor traditionele en MZI-visserij activiteiten. De MZI-visserij vraagt een andere uitrusting van de schepen.

Voor mosselkwekers eindigt de productiecycclus op de veiling. De mosselkwekers leveren hun mosselen via de veiling in Yerseke aan de handelaren. Dit kan via de vrije verkoop of direct op afspraak met een handelaar. Vanwege de veranderingen bij de handel wordt er steeds meer geprobeerd op voorhand in te kopen. Daarnaast streeft de mosselhandel naar een aandeel in de kwekersmarkt om zo de aanvoer veilig te kunnen stellen.

De mosselkweker moet net als een boer percelen (‘akkers’) leeghalen wanneer de mosselen zijn volgroeid en om ruimte te maken voor de volgende cyclus, ongeacht de prijs op de veiling. De retailers beïnvloeden de veilingprijs door macht uit te oefenen op de handel, door de invloed van de vraag op de veilingprijs (relatie tussen vraag en prijs) te beïnvloeden. Naast de retailer wordt de veilingprijs beïnvloed door de relatieve kwaliteit van de mosselen, en het totale aanbod op de markt. Wereldwijd wordt er jaarlijks circa 2 miljoen ton (à 1000kg) mosselen geproduceerd, waarvan ongeveer 60.000 ton in Nederland. De belangrijkste afzetmarkten zijn België (65%) en Frankrijk (23%). Een deelnemer merkt op dat ook absolute kwaliteit een rol speelt. Beneden een zekere minimumkwaliteit (minimum grootte, minimum vleesgehalte) mogen mosselen namelijk niet meer worden geveild.

**Tabel 6. Samenvatting opmerkingen bij submodel 3 in terugkoppelingsronde**

	Deelnemer
- De term 'winst' (sector) kan worden gekoppeld aan 'aantal bedrijven'. Uiteindelijk zullen er namelijk toch bedrijven verdwijnen als de sectorwinst te laag wordt. Het verband is natuurlijk niet eenvoudig en vergt misschien een eigen submodel.	#R2
- Ik zou bij de termen 'omzet' en 'winst' het begrip 'sector' toevoegen. Dan wordt duidelijk dat het om het geheel gaat. - De schaal van variabelen is niet nadrukkelijk benoemd. Volgens mij is het schaalniveau in het economische deel dat van de sector als geheel en niet dat van een enkel bedrijf.	#R2; #R3
- 'Aantal' werknemers en 'kosten werknemers' kunnen gezamenlijk vervangen worden door de term 'arbeidskosten'.	#R3; #R6
-Er mist een relatie van MZI-capaciteit met het productiesysteem, nu heeft het alleen effect op productiekosten, terwijl het de feitelijke productie mosselen ook beïnvloed. Als iets kosten heeft moet het ook ergens iets opleveren. -De relatiepijl tussen Mosselzaad MZI en MZI capaciteit moet worden omgedraaid, de capaciteit van de MZI's bepaalt de hoeveelheid ingevangen MZI zaad.	#R3; #R6
- Ik snap de links tussen 'aantal werknemers', 'kosten werknemers', en 'MZI capaciteit niet'. Wat voor werknemers zijn dit, alle werknemers van het bedrijf of de werknemers benodigd om een MZI met capaciteit x operationeel te houden? 'Kosten werknemers', zijn dat de totale kosten voor de betreffende werknemers, of de kosten per eenheid arbeid? Het zou de interpretatie van het model m.i. ten goede komen dit te verhelderen omdat anders gauw verwarring ontstaat: de terminologie aantal werknemers en kosten werknemers duidt immers algemene bedrijfslasten terwijl het hier bedrijfslasten specifiek voor MZI's betreft. Wellicht is een andere algemene term een goede vervanger van beide genoemde variabelen: 'arbeidskosten'. - Volgens mij kan 'internationaal marktaanbod' verwijderd worden als 'totaal marktaanbod' gewijzigd wordt in 'totaal marktaanbod (lokaal-internationaal)', en 'vraag mosselen' gewijzigd wordt in 'vraag mosselen (lokaal-internationaal)'. - Als ik het me goed herinner zei een mosselvisser dat 70% van de mosselen naar de veiling gaat, en de rest naar lokale afnemers. Als dat klopt, dan lijkt het me verstandig om in het model 'veilingprijs per kilo mosselen' te veranderen in 'prijs per kilo mosselen', en evt. iets van een variabele 'deelmarkt (veiling / lokale afnemers)' toe te voegen die effect heeft op deze prijsvariabele.	#R3
- MZI capaciteit en benodigde investeringen omvatten niet alleen de Nederlandse kweek; mosselzaad op een perceel kan van een MZI van een Nederlandse kweker, maar ook van een MZI van een buitenlandse leverancier komen.	#R7
- Het aantal bedrijven en werknemers staan nu los van elkaar, het is echter aannemelijk dat er een relatie is. - MZI capaciteit wordt niet alleen bepaald door de economie maar ook door de geschikte ruimte. Als er opgeschaald wordt (zoals afgesproken in het Mossel Convenant) dan moeten er meer MZIs komen. Dit betekent een koppeling met Submodel 5 over regelgeving en gebruiksruimte. - De variabele 'vissersvloot' zou gekwantificeerd kunnen worden als 'Capaciteit in vissersvloot'	#R8
- De vraag naar mosselen zal niet bepaald worden door de macht van de retailer. Die retailer kan wel invloed uitoefenen op de prijs van de mosselen als de kweker in de macht is van de retailer.	#R3, #R13
- Werkgelegenheid staat niet op juiste plaats. Capaciteit hangt niet alleen van aantal mensen af. Beter is misschien om mensen tussen MZI capaciteit en Vissersvloot in te plaatsen.	#R15

Op basis van de opmerkingen in tabel 6 is besloten om een aantal aanpassingen in het eindmodel aan te brengen, zie tabel 7. Deze aanpassingen hebben betrekking op gesignaleerde technische of logische inconsistenties in het model en op een consequent gebruik van terminologie.

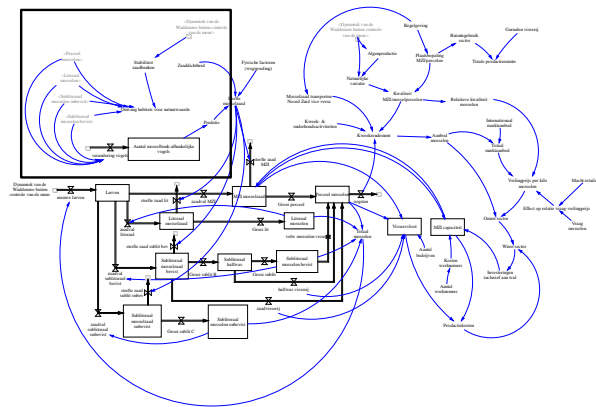


**Tabel 7. Doorgevoerde aanpassingen in eindmodel**

- Een relatiepijl, 'mosselzaad MZI' naar 'MZI capaciteit' is toegevoegd; er is ook een relatie van MZI-capaciteit met het productiesysteem.	#R3; #R6
-Bij de termen 'omzet' en 'winst' is de term 'sector' toegevoegd. Het schaalniveau is dat van de sector als geheel en niet dat van een enkel bedrijf.	#R2; #R3
- De variabele 'macht retailer' beïnvloedt de relatie tussen 'vraag' en 'veiling prijs per kilo mosselen', model-technisch is dit weergegeven als koppeling met 'effect op relatie vraag-veilingprijs'.	#R3, #R13

### 3.4 Submodel 4 - Dynamiek natuur

Het gedeelte links bovenin het eindmodel in figuur 1 is afgebakend als submodel 4 en heeft als centraal thema de dynamiek van de natuur. In de sessie was er consensus dat het ecologisch deelmodel vanwege tijdbeperkingen alleen op hoofdlijnen kon worden uitgewerkt. Het model drukt uit dat de omvang van habitats met (een hoge) natuurwaarde wordt bepaald door de aanwezigheid van litorale en sublitorale mosselbanken en aanwezige mosselpercelen. Habitats met mosselbanken dragen bij aan Natura-2000 beleidsdoelstellingen. De natuurdoelstelling voor mosselbanken is de aanwezigheid van mosselen in alle stadia van ontwikkeling (dit hangt ook enigszins samen met de stabiliteit) .



Een belangrijke factor voor de omvang van de habitats en hun ontwikkeling over de tijd is de stabiliteit van de mossel(zaad)banken. De stabiliteit van de banken is bepalend voor zowel de bevisbaarheid als de natuurwaarden van de banken. Stabiliteit van zaadbanken is voor het beleid een criterium om wel of geen najaarsvisserij toe te staan, dit mag alleen op de instabiele banken. De stabiliteit van de banken vormt een belangrijk thema in het Mosseltransitie proces. Daarnaast houdt de natuurwaarde biodiversiteit in het sublitoraal waarschijnlijk verband met de stabiliteit; de biodiversiteit op mosselbanken is over het algemeen hoger in de (zoutere) gebieden waar de zaadbanken minder stabiel zijn.

Het is belangrijk hoe het begrip 'natuurwaarde' in het model wordt gedefinieerd/opgevat. Mosselbanken en gekoppelde biodiversiteit bieden habitat en voedsel voor verschillende soorten, en specifiek een aantal mosseletende vogelsoorten zoals de eidereend die op sublitorale banken fourageert, en de scholekster welke op litorale banken fourageert. Vogels als eidereenden profiteren ook van de mosselen op kweekpercelen, welke voedselaanbod op een stabiele locatie vormen. Er zijn ook vogelsoorten die op litorale mosselbanken foerageren, maar zelf geen mosselen eten (maar hetgeen ertussen of omheen zit), zoals diverse soorten meeuwen, wulpen en dergelijke. Als we natuurwaarde definiëren als component in de voedselketen, onder andere als voedselbron voor vogels, dan maakt het behoorlijk uit waar de mossels liggen (litoraal of sublitoraal bereikbaar

voor verschillende soorten) en welke grootteklassen aanwezig zijn (zaad, halfwas of meerjarige mosselen). Als we soortenrijkdom/biodiversiteit geassocieerd met mosselbanken als definitie nemen voor natuurwaarde nemen, is de locatie belangrijk en de aanwezige omstandigheden: sublitoraal/litoraal, brak (weinig soorten)/ zout (veel soorten) en of de mossels bevestigd/niet bevestigd zijn. Biodiversiteit hangt niet alleen samen met de omvang van de habitats, maar ook met de productie of biomassa van de mosselen. Natuurwaarde is afhankelijk van de ligging, grootte en opbouw/samenstelling van de mosselbanken en hetgeen de visserij ermee doet. Dit pleit voor de toepaste onderverdeling van bevestigd en onbevestigd in het model.

**Tabel 8. Samenvatting opmerkingen bij submodel 4 in terugkoppelingsronde**

	Deelnemer
<p>- Aan dit submodel is tijdens de sessie relatief weinig aandacht gegeven. Dit heeft geresulteerd in een te simplistische voorstelling van wat natuurwaarde is, welke niet uitsluitend te meten is in vogels en habitatgrootte. Lopend onderzoek lijkt bijvoorbeeld aan te tonen dat veel vissoorten bij hoog water ook profiteren van mosselbanken. Daarnaast komt er om banken veel flora en fauna voor die afhankelijk is van vast substraat of slibrijk, organisch sediment. Het is daarom nodig van de beperkingen bewust te zijn.</p> <p>- De term "verandering vogels" begrijp ik niet - is dit predatie? Er vindt ook veel predatie plaats door krabben en zeesterren (sublitoraal). Echter, die soorten zou ik niet beschouwen als doelsoorten.</p>	#R1
<p>- De groep schelpdieretende vogels is groter dan de groep mosseletende vogels. Er zijn er immers ook bij die kokkels, nonnetjes e.d. eten, maar de banken daarvan ontstaan los van de mosselbanken. Er moet m.i. ook nog een categorie vogels worden toegevoegd: diegene die op mosselbanken foerageren, maar zelf geen mosselen eten (maar wat ertussen of omheen zit), zoals diverse soorten meeuwen, wulpen e.d. Dat speelt alleen bij litorale mosselen.</p> <p>- Naast mossel is er ook ander voedsel voor schelpdieretende vogels, die mogelijk grote(re) invloed op het kraantje verandering vogels heeft. Dit is nu wel heel zwart-wit voor de mensen die naar dit model kijken.</p> <p>- Schelpdieretende vogels worden nu op 1 hoop gegooid. Waarschijnlijk nodig om het model niet te uitgebreid te laten worden maar weet dat verschillende vogelsoorten foerageren op de verschillende mosselbestanden. Bijv. in het sublitoraal zijn het vooral duikende eenden en in het litoraal ook veel scholeksters.</p>	#R2; #R11; #R12
<p>- Ook de bestanden 'Litoraal zaad', 'Sublitoraal mosselzaad bevestigd', 'Sublitoraal halfwas', 'Sublitoraal mosselzaad onbevestigd' en 'Sublitoraal mosselen onbevestigd' tellen mee als voedsel voor de schelpdieretende vogels en zullen dus effect hebben op de aantallen schelpdieretende vogels. Het is niet uit te sluiten dat ook de MZI mosselen door de vogels worden gegeten.</p>	#R13
<p>- Het is belangrijk dat het begrip "natuurwaarde" nader wordt gedefinieerd. Wat zijn natuurwaarden? Als we dat definiëren als component in de voedselketen, dus onder andere voedselbron voor vogels maakt het behoorlijk uit waar het ligt (litoraal of sublitoraal, bereikbaar voor verschillende soorten) en wat voor grootte het heeft, zaad halfwas of grote volwassen mossel. Als we soortenrijkdom/biodiversiteit geassocieerd met mossel als criterium nemen is wederom de locatie belangrijk, brak (weinig soorten) zout (veel soorten) en of de mossels bevestigd zijn of niet.</p>	#R6
<p>- Stabiliteit van zaadbanken is een verliesfunctie (sterfte in apart modelonderdeel) die ruimtelijk behoorlijk kan variëren en ik weet niet of dat hier opgenomen moet worden. Stabiliteit van zaadbanken is voor het beleid een criterium om wel of geen najaarsvisserij toe te staan, alleen op de instabiele banken. Maar natuurwaarde biodiversiteit in het sublitoraal lijkt wel verband te houden met stabiliteit; de biodiversiteit op mosselbanken is over het algemeen hoger in de gebieden (zoutere) waar de zaadbanken minder stabiel zijn.</p> <p>- De stabiliteit van zaadbanken is een factor die ingrijpt op de vorming van zaadbanken in het litoraal en sublitoraal en hoe deze vervolgens uitgroeien tot</p>	#R6; #R12

volwassen banken. Ik vind het dus wat vreemd dat deze als geheel aparte factor in het model staat.	
- Het aantal schelpdieretende vogels is één van de predatoren op mosselbanken. Kan daar dus naar toe met een pijl. -De schelpdieretende vogels prederen op de mosselen. Hoe hoger de aantallen schelpdieretende vogels, hoe hoger de predatiedruk op de mosselen. Dat is nu nergens aangegeven in het model.	#R7; #R13
- De natuurdoelstelling voor mosselbanken is mosselen in alle stadia van ontwikkeling - dit hangt enigszins samen met de stabiliteit maar zou misschien expliciet genoemd kunnen worden. - Misschien moet er een variabele bijkomen over de gemengde banken van mossel/Japanse oester?	#R8
- De flowpijl naar het aantal schelpdieretende vogels is niet duidelijk qua betekenis. Kunnen de blauwe pijlen niet rechtstreeks lopen naar "aantal schelpdieretende vogels"?	#R9
- Biodiversiteit is een natuurwaarde zoals meer natuurwaarden kunnen worden gedefinieerd, net als aantal vogels bijvoorbeeld. Het vertalen van mossels naar natuurwaarden waaronder effecten op biodiversiteit is in het model nu nog vrij rudimentair. -In ecologische zin heeft de variabele betekenis maar in economische zin is de variabele hier mijns inziens irrelevant. -De term is moeilijk te vangen in het model. Eigenlijk volgt het op 'omvang habitats voor natuurwaarde'. Het lijkt me zinniger om het model te stoppen bij de omvang van de habitats. -Omvang habitats en aantallen schelpdieretende vogels beïnvloeden de biodiversiteitswaarde en dat beïnvloedt weer de regelgeving.	#R3; #R6; #R12; #R13
- Ik zou de variabele 'dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens' verbinden met: 'Stabiliteit zaadbanken' en de sterftefactoren 'Effect predatie' en 'Effect fysieke factoren'. Dan weet je tenminste hoe dit - voor de kwekers - doorwerkt. - Dynamiek Waddenzee zou nader gespecificeerd in het model kunnen worden opgenomen zoals effect fysieke factoren.	#R2; #R6

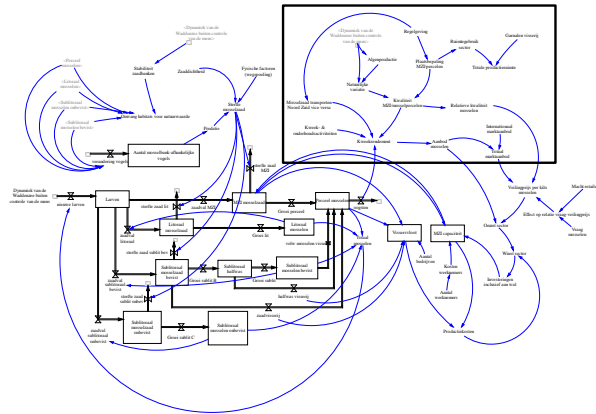
Op basis van de opmerkingen in tabel 8 is besloten om een aantal aanpassingen in het eindmodel aan te brengen, zie tabel 9. Deze aanpassingen hebben betrekking op gesignaleerde technische of logische inconsistenties in het model en op een consequent gebruik van terminologie.

**Tabel 9. Doorgevoerde aanpassingen in eindmodel**

- De term 'schelpdieretende vogels' herbenoemd naar 'mosselbank afhankelijke vogels'.	#R2; #R11; #R12; auteurs
- De term 'Sublitoraal mosselen' is aangepast in 'Sublitoraal mosselen bevestigd'.	#R10
- Voor consistentie en overzichtelijkheid zijn in het model alleen alle volwassen ontwikkelingsfasen aangegeven als voedselbron.	#R13
- Er is een relatiepijl van 'Aantallen vogels' naar 'Predatie' toegevoegd.	#R7; #R13
- De variabele 'Waarde van biodiversiteit' is verwijderd.	#R3; #R6; #R12; #R13; #R14; #R15
- De variabele 'Dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens' is gekoppeld aan 'Stabiliteit zaadbanken' geplaatst als herkomst van beïnvloeding van deze variabele buiten het model.	#R2

### 3.5 Submodel 5 – Regelgeving en gebruikruimte

Het gedeelte rechts bovenin het eindmodel in figuur 1 is afgebakend als submodel 5 en heeft als centraal thema de regelgeving en productieruimte voor mosselvisserij. De regelgeving bepaalt de productieruimte voor de sector in termen van de toegestane hoeveelheid zaadvissers en halfwasvisserij, de Noord Zuid transporten en vice versa, en de toewijzing en herijking van de locaties. De zoektocht naar geschikte locaties en hoeveelheid ruimte voor percelen en MZIs is een terugkerende discussie binnen het Convenant en met de overige gebruikers in de Waddenzee. De totaal beschikbare productieruimte in de Waddenzee moet gedeeld worden met de garnalenvisserij, zoals in model staat aangegeven, maar omvat ook ruimtegebruik voor recreatie, betonde vaargeulen, NB-wet gebieden etc.



De Staat wijst locaties voor mosselpercelen toe die door mosselkwekers worden gehuurd. De plaats van de percelen is in belangrijke mate bepalend voor de kwaliteit van de percelen, en direct verbonden met het succes van de kweek en de kwaliteit van de mosselen. Geschikte percelen zijn percelen die beschut genoeg zijn voor mosselen om te kunnen overwinteren en om percelen met een goede groei. Noodzakelijkerwijs hoeven dat niet dezelfde percelen te zijn, omdat de mosselen kunnen worden verplaatst. Al gaat verplaatsing wel gepaard met zaaiverliezen. De Waddenzee is een dynamisch ecosysteem, waardoor percelen kunnen verzanden. Tot in de negentiger jaren van de vorige eeuw vonden daarom periodiek herijkingen plaats waarbij andere percelen werden aangewezen ter vervanging van de in productiviteit afnemende percelen. Na 1994 hebben geen herijkingen meer plaatsgevonden en zijn verslechtingen binnen het percelenareaal niet meer gecompenseerd. Er is daarom een wens vanuit de sector om weer tot herijking te komen, zodat kweek op basis van MZI-zaad beter mogelijk kan worden gemaakt (Taal & Turenhout 2013).

Het kweekrendement wordt beïnvloed door natuurlijke factoren, door kweek- en onderhoudsactiviteiten van de mosselkwekers, en door regelgeving. De natuurlijke factoren (groei-klimaat, predatie, hoeveelheid beschikbare voedsel etc) kennen een bepaalde mate van natuurlijke variatie en zijn verschillend per locatie, en daarmee bepalend voor de kwaliteit van de percelen. De mate van algenproductie is bepalend voor het voedselaanbod voor de mosselen en daarmee een belangrijke factor voor het kweekrendement. De omstandigheden voor de kweek zijn grotendeels een natuurlijk gegeven, maar ook de uitvoering door kwekers beïnvloedt het rendement. Kweek- en onderhoudsactiviteiten kunnen de mosselproductie verhogen door verplaatsing van de mosselen naar plekken waar ze beter groeien en door het bestrijden van met name zeesterren.

**Tabel 10. Samenvatting opmerkingen bij submodel 5 in terugkoppelingsronde**

	Deelnemer
<p>- Het lijkt me logischer om de term 'Verplaatsing percelen' te vervangen door 'Plaats percelen'. Dat bepaalt namelijk de kwaliteit. En als die plaats niet goed is, moet je ze gaan verplaatsen (wat nu inderdaad het geval is). Het gaat daarbij om MZIs en opkweekpercelen.</p> <p>- 'Verplaatsing percelen' zou ik aanpassen in 'Herijking percelen'.</p>	#R2; #R14
<p>- Ik vraag me af of de algenproductie erbij hoort. Dit fluctueert autonoom en heeft volgens mij hoofdzakelijk invloed op de relatieve kwaliteit.</p> <p>- De pijl bij 'Algenproductie' is een procesvariabele (draagkracht) en weer afhankelijk van veel andere variabelen en processen (primaire productie, eutrofiëring, begrazing (en daardoor te lage algenbiomassa voor maximale productie).</p> <p>- Algenproductie zou aan kweekrendement gekoppeld moeten worden, en niet aan productieruimte. Vervolgens kan kweekrendement aan totale productieruimte gekoppeld kunnen worden, ook als het gaat om productieruimte.</p> <p>- 'Algenproductie' is niet alleen van invloed op de 'totale productieruimte' (van de kweekpercelen) maar natuurlijk ook op de snelheid van volgroeien van alle mosselzaad naar (halfwas naar) volgroeide mosselen. Het 'Totaal mosselen' opgeteld bij het totaal aan filtrerende schelpdieren heeft een effect op de 'Algenproductie'. Hierin zit dus een feedback mechanisme. Naarmate het totale bestand aan schelpdieren toeneemt, eten ze meer van het beschikbare voedsel en oefenen controle uit op het beschikbare voedselaanbod. Het totale schelpdierbestand groeit tot de maximale draagkracht, dus tot het maximale bestand waar voedsel voor beschikbaar is. Dus een blauwe pijl van algenproductie naar alle 'volgroeien' zwarte pijlen. En een blauwe pijl van 'Totaal mosselen' naar algenproductie. Eigenlijk moet er dan nog een variabele bij: totaal overige schelpdieren, met een blauwe pijl naar algenproductie.</p>	#R4; #R7; #R8; #R12
<p>- De dynamiek is als het ware de onderlegger voor het totale kweekmodel. Hierop is echter niet te sturen, maar is juist bepalend voor het "natuurlijke". Zo denkend kun je het niet verbinden, maar zou je het als schaduw onder het model moeten schrijven.</p> <p>- Uiteindelijk lijkt het of dat de visserij de enige knop is waaraan gedraaid kan worden (ingrijpen door de mens). Dit is in het hele ecosysteem van de Waddenzee zo weinig van invloed dat het draaien aan de knop visserij, een fractie in grijpt op heel de habitat</p>	#R4; #R5
<p>- Garnalenvisserij is een ruimtelijk aspect (competitie voor gebruikte ruimte), zoals daar ook zijn; recreatie, betonde vaargeulen, NB-gebieden etc.</p>	#R7
<p>- Het 'verschil natuur versus mosselkweker' zou beter 'onderhoud door mosselkweker' genoemd kunnen worden.</p> <p>- De betekenis van 'Verschil natuur versus mosselkweker' is me niet duidelijk</p> <p>- Het is misschien beter om de factor 'verschil natuur versus mosselkweker' op te splitsen in twee factoren 'activiteit mosselkweker' en '(niet te sturen) natuurlijke factoren'.</p> <p>- Onduidelijk wat wordt bedoeld met "verschil natuur versus mosselkweker". Het kweekrendement zal bepaald worden door "natuurlijke" variatie. Het ene jaar is veel gunstiger dan het andere als gevolg van het weer, verschillen in predatie etc. Dat lijkt me wel een nuttige relatiepijl.</p>	#R8; #R9; #R12; #R13
<p>- Gebruik MZI-zaad stelt hogere eisen aan kweekrendement, aangezien de kostprijs 8 keer zo hoog is. Daarom als apart blokje opnemen.</p>	#R10
<p>- Gebruiksruimte MZI s (naar 240 ha in 2015? Westelijke Waddenzee) mis ik; MZI' s liggen veelal daar waar anders percelen als productie ruimte zou kunnen zijn.</p>	#R11
<p>- Regelgeving beïnvloedt ook de transporten van Noord naar Zuid en vice versa.</p>	#R13

Op basis van de opmerkingen in tabel 10 is besloten om een aantal aanpassingen in het eindmodel aan te brengen, zie tabel 11. Deze aanpassingen hebben betrekking op gesignaleerde technische of logische inconsistenties in het model en op een consequent gebruik van terminologie.

**Tabel 11. Doorgevoerde aanpassingen in eindmodel**

- De term 'Verplaatsing mosselpercelen' is veranderd in de neutrale aanduiding 'Plaatsbepaling MZI/mosselpercelen' om recht te doen aan zowel een beleidsmatig als een kwekersperspectief.	#R2; #R14
- De term 'Kwaliteit mosselpercelen' is veranderd in 'Kwaliteit MZI/mosselpercelen' - Gebruiksruimte MZIs (naar 240 ha in 2015? Westelijke Waddenzee) mis ik; MZI' s liggen veelal daar waar anders percelen als productieruimte zou kunnen zijn.	#R11
- De variabele 'Verschil natuur versus mosselkweker' is na onduidelijkheid opgesplitst in twee variabelen, te weten 'Onderhoudsactiviteiten mosselkweker' en 'Natuurlijke variatie'.	#R8; #R9; #R12; #R13
- Hiermee samenhangend is 'Dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens' als verklarende factor gekoppeld aan 'Natuurlijke variatie'	#R4; #R5
- De variabele 'algenproductie' is verplaatst en gekoppeld aan de variabele 'natuurlijke variatie'.	#R4; #R7; #R8
- De variabele 'Regelgeving' is gekoppeld met 'Mosselzaad transporten Noord Zuid vice versa'.	#R13

## 4 OP WEG NAAR SES INDICATOREN

Het eindmodel is niet volledig en heeft die pretentie ook niet. Kenmerkend van een modelbouwmatige weergave van een probleem is dat er een selectie plaatsvindt van variabelen en van relaties die worden opgenomen. De selectie van variabelen en relaties is gebaseerd op de kennis en expertise van de deelnemers in de sessie. Wel bevat het model die elementen die vanuit die verschillende invalshoeken - meer ecologisch c.q. meer sociaaleconomisch - het meest belangrijk worden bevonden. De door deelnemers gespecificeerde variabelen zijn in het eindmodel opgenomen na *consensus* in de groep.

Belangrijk is of het model een goede weergave geeft van de problematiek en dat het model in staat is om bepaalde verschijnselen adequaat en in de tijd weer te geven.

Op basis van het eindmodel, zie figuur 1, hebben deelnemers gekeken naar die systeemvariabelen die voor hen belangrijke informatiewaarde vanuit een gecombineerd socioeconomisch-ecologisch-systeem (SES) perspectief vertegenwoordigen, of anders gezegd, de relevante variabelen waar zij graag (meer) gegevens over zou willen hebben. Dit kunnen stuurvariabelen zijn, waarmee men in het beleid en beheer van de mosselvisserij kan reguleren en controleren. Daarnaast kunnen het procesvariabelen zijn om trends in ontwikkeling te signaleren. Tot slot kan het eindvariabelen betreffen die men op een bepaald gewenst niveau wil houden vanuit doelstellingen voor natuurbehoud en duurzaam medegebruik.

De verkenning van mogelijke SES indicatoren in dit rapport is slechts richtinggevend en heeft niet het doel om definitieve indicatoren te identificeren. Eerst worden relevante variabelen voor mosselvisserij in bestaande monitoringsprogramma's in kaart gebracht. Vervolgens willen we deze variabelen en hun systeemrelaties interpreteren in de context van de mogelijke variabelen voor SES indicatoren zoals aangegeven door de deelnemers in de sessie.

### 4.1 Variabelen in huidige monitoringsprogramma's

Er is en wordt in onderzoek (o.a. PRODUS, Mosselwad, Waddensleutels) en in (wettelijke) monitoringsprogramma's (uitgevoerd door o.a. IMARES en LEI) verschillende data over mosselen en de mosselvisserijsector verzameld. In de beschrijvingen komt de term 'indicator' terug, maar definities worden veelal niet gegeven. Zowel systeemcomponenten als procesparameters worden als indicator gedeut. Er bestaan verschillende relevante datasets/monitoringsprogramma's welke relevant zijn voor de mosselvisserij (Bult et al. 2004). Tabel 12 geeft een overzicht van de bestaande monitoring en gemeten variabelen. Er is onderscheid gemaakt tussen socio-economische en ecologische meetvariabelen.

**Tabel 12. Overzicht bestaande monitoring en meetvariabelen**

<b>Socioeconomisch</b>	
<i>Mosselzaad blackbox gegevens</i>	Tijdens het zaadvissen wordt d.m.v. een blackbox nauwkeurig geregistreerd wie, waar, wanneer en hoe lang er wordt gevestigd. Deze blackbox is bij elk schip aanwezig dat deel neemt aan de zaadvissersrij en registreert de snelheid van het schip als afgeleide van GPS signalen. Aan de hand van de snelheid wordt de status van het schip bepaald. <i>Variabelen:</i> - locatie - snelheid - activiteitenstatus
<i>Theoretische Productie Waarden (TPW)</i>	De kwaliteit van mosselpercelen in de Waddenzee en Oosterschelde werd om de 3 à 4 jaar bepaald door visserijkundige ambtenaren van het Ministerie van Economische Zaken. Per perceel werd in dit verband een Theoretische Productie Waarde berekend (in mosselton=100kg). De theoretische productie waarde (TPW) wordt berekend aan de hand van het totaal bezaaibare oppervlak per perceel en de gebruiksmogelijkheden van de percelen. Het bezaaibare oppervlak en gebruik van percelen worden bepaald mede aan de hand van gerichte bemonsteringen. De TPW-waardering werd op basis van deze gegevens en expert judgement vastgesteld en kan worden beschouwd als een inschatting van productieverwachtingen in termen van consumptie-mossel equivalenten. De TPWs spelen een belangrijke rol bij de vaststelling van de huurprijs van percelen die kwekers betalen aan de overheid. TPW-waardering vindt momenteel niet meer plaats. Het aantal TPWs per bedrijf zoals nu bekend geeft een indicatie van de omvang en productiepotentie van een bedrijf, waardoor investeringen in MZIs kunnen worden ingeschat. <i>Variabelen:</i> - bezaaibaar oppervlak - gebruik percelen - theoretische productiewaarde
<i>Import halfwas- mosselen</i>	In Nederland wordt door een beperkt aantal kwekers halfwasmosselen gekocht, die naar Nederlandse percelen worden gebracht voor verdere opkweek. Nadat deze mosselen zijn uitgegroeid worden ze als Nederlandse mosselen aangeleverd aan de veiling. Het betreffen import mosselen (halfwas of kleine consumptie mosselen) afkomstig uit Sleeswijk Holstein en Neder Saksen. <i>Variabelen:</i> - hoeveelheden
<i>Mossel leveringen aan de veiling</i>	Cijfers over de mosselleveringen aan de veiling worden bijgehouden door het Mosselkantoor/Productschap Vis. Inmiddels wordt het Productschap Vis afgebouwd. Activiteiten voor de mosselsector worden tot medio 2014 uitgevoerd. Per levering is er informatie beschikbaar voor grootste deel van het aangeleverde mosselbestand (hoewel niet alle kwekers toestemming hebben gegeven). <i>Variabelen:</i> - datum en herkomst van een levering - de hoeveelheid mosselen (brutotoon) - tarra - percentage pokken - aantallen slippers - vleespercentage - aantal, lengtefrequentie verdeling
<i>Zaadvissersrij gegevens</i>	Sinds 1991 worden zaadvissersgegevens bijgehouden door het Productschap Vis (mosselkantoor) in opdracht van de PO Mosselcultuur. Inmiddels wordt het Productschap Vis afgebouwd. Activiteiten voor de mosselsector worden tot medio 2014 uitgevoerd. Deze gegevens zijn opgesplitst in een voor- en najaarsvissersrij. <i>Variabelen:</i> - hoeveelheden zaad (bruto) die tijdens de zaadvissersrij zijn opgevestigd - hoeveelheden halfwasmosselen (bruto) die tijdens de zaadvissersrij zijn



	opgevist - uitzaailocaties
<i>Socio-economische gegevens</i>	<p>Het LEI verzamelt eigen datasets van de mosselsector. Economische gegevens van de mosselsector worden verzameld, vastgelegd en geanalyseerd. Deze gegevens zijn opgenomen in het Bedrijven Informatie Net (BIN). Vanaf het jaar 2005 wordt door het LEI op verzoek van EZ gegevens over de mosselaanvoer op micro-economische schaal verzameld (Taal et al. 2010; Smit &amp; Taal 2007).</p> <p><i>Variabelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aanvoer, opbrengst, prijs op de veiling</li> <li>- omvang van de sector (aantal ondernemingen, aantal vaartuigen, besomming, netto toegevoegde waarde)</li> <li>- werkgelegenheid (aantal medewerkers, type arbeidsrelatie, leeftijdssamenstelling)</li> </ul>
<b>Ecologisch</b>	
<i>Bestands- en structuuroptnames mosselbanken</i>	<p>Voor het opstellen van de visplannen voor de voorjaarsvisserij heeft de mosselsector informatie nodig over de ligging en omvang (kg) van de wilde mosselbestanden in de Waddenzee. De hoeveelheid die mag worden gevestigd wordt elk jaar bepaald na de inventarisatie van het wilde mosselbestand. Deze informatie moet beschikbaar zijn vóórdat de mosselzaadvissers van start gaat rond mei. Op basis van de beoordeling van het mosselbestand is een 'regel voor het vaststellen van de vangsthoeveelheid (Harvest Control Rules)' ontwikkeld met als doel de vangsthoeveelheden te beheren overeenkomstig de maximale duurzame opbrengst voor de lange termijn. Er vindt jaarlijks een Waddenzee brede bestandsopname van schelpdieren plaats, en daarnaast aparte bestandsopnames van litorale, sublitorale banken, en mosselpercelen (zie onder). Bestandsopnames vinden plaats vanaf 1992.</p> <p><i>Variabelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biomassa</li> <li>- omvang zaadbanken</li> <li>- bestand bij aanvang visserij.</li> <li>- de leeftijdssamenstelling (zaad, halfwas, meerjarig)</li> <li>- dichtheden mosselen</li> <li>- aanwezigheid zeesterren en krabben, andere schelpdieren</li> </ul>
<i>Litorale banken</i>	<p>Sinds 1995 worden jaarlijks de contouren van litorale mossel- en oesterbanken in de Waddenzee in kaart gebracht door onderzoeksinstituut IMARES en Bureau MarinX. In het voorjaar wordt vanuit de lucht gecontroleerd of de in voorgaande jaren gekarteerde mosselbanken nog aanwezig zijn. Daarbij worden ook nieuwe mosselzaadbanken gelokaliseerd. Vervolgens worden de banken te voet bezocht. Bij het bezoeken van oudere banken wordt op basis van inventarisaties uit voorgaande jaren en resultaten uit de vliegsurvey bepaald welke locaties bezocht worden. In het geval van uit de lucht gelokaliseerde nieuwe zaadbanken wordt ter plekke geverifieerd of het inderdaad om mosselen gaat. Alle bezochte banken worden ingemeten met GPS. Ook wordt ter plaatse ingeschat wat de leeftijdsopbouw van de bank is, op welk substraat de bank ligt, hoe hoog de mosselbank is, en wat de bedekkingsgraad is (IMARES WOT Werkplan 2013). De aanwezige mosselbiomassa op de banken is gekwantificeerd op basis van de bodemonsters die tijdens de jaarlijkse Waddenzee brede bestandsopname van schelpdieren worden verzameld (incl. nonnetjes, kokkels, mossels, oesters). De kwantitatieve bestandsopname vindt plaats volgens een gestratificeerd grid, wat inhoudt dat de dichtheid aan monsterpunten hoger is in gebieden waar de kans op het aantreffen van mossels groter is. De bestandsopname gebeurde aanvankelijk ook in het najaar, naast opname van de sublitorale banken, in opdracht van de mosselsector maar de laatste jaren alleen nog in het voorjaar in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (Troost et al 2012).</p> <p><i>Variabelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aantallen</li> <li>- bedekking</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- biomassa</li> <li>- dichtheid</li> <li>- populatie-/leeftijdsopbouw (commerciële klassen)</li> <li>- grootteklasseverdeling</li> <li>- areaal/oppervlaktes</li> <li>- bedekking met andere organismen (krabben/zeesterren)</li> </ul>
<i>Sublitorale banken</i>	<p>Sinds 1994 wordt de omvang van sublitorale mosselbestanden van de Waddenzee in het najaar geschat door expert-judgement in een periode van 3 weken in augustus-september. Deze najaarssurveys zijn vooral gericht op de bevisbare bestanden en mede daardoor conservatiever dan de (kwantitatieve) voorjaarschattingen. Bij deze inventarisatie (in de Westelijke Waddenzee) worden met behulp van een (mossel)kor monsters genomen. De monsters worden gericht genomen in gebieden waar mosselen kunnen worden verwacht. Van de vangst wordt per trek het volume en samenstelling geregistreerd. Uitgaande van deze gegevens zijn arealen met mosselen ingetekend en zijn op basis van expert judgement van de deelnemers aan de survey bestandsschattingen gemaakt. De grootte van de mosselen wordt steekproefsgewijs bepaald (Van Stralen 2012).</p> <p><i>Variabelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- areaal</li> <li>- leeftijdssamenstelling (zaad, halfwas en grote mosselen)</li> <li>- grootte</li> <li>- bevisbare bestand</li> <li>- aanwezigheid zeesterren/krabben</li> <li>- aanwezigheid slik</li> <li>- in hoeverre mosselen zijn getrost</li> </ul>
<i>Mosselen op percelen</i>	<p>Bestandsopname mosselen op percelen in de Waddenzee</p> <p><i>Variabelen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biomassa (per grootteklasse)</li> <li>- dichtheden (per grootteklasse)</li> <li>- aantal krabben en zeesterren</li> </ul>

## 4.2 Variabelen en mogelijke SES indicatoren uit eindmodel

Bijlage 3 geeft een overzicht van de variabelen die door de deelnemers belangrijk worden gevonden vanwege informatieve waarde en inhoudelijke relevantie voor indicatorontwikkeling. Hieronder worden de zes variabelen besproken die binnen een SES context het meest door deelnemers zijn aangeduid als belangrijk om te meten:

- i) Kweekrendement;
- ii) Omvang habitats met natuurwaarde;
- iii) Marktaanbod;
- iv) MZI capaciteit;
- v) Stabiliteit van zaadbanken;
- vi) Sublitoraal mosselzaad (onbevestigd)

Hieronder worden de zes variabelen kort besproken in de context van bestaande monitoring en de commentaren uit de terugkoppelingsronde.

### Variabele 1. Kweekrendement

Kweekrendement is een belangrijk basisgetal voor de mosselkweek, het drukt uit hoeveel consumptiemosselen worden gekweekt uit een bepaalde hoeveelheid mosselzaad. In de jaren '80 werd grofweg van 2 ton mosselzaad 1 ton consumptiemosselen gekweekt<sup>1</sup>. Hoewel de vissers tegenwoordig al grote verbeteringen hebben bereikt (2-3 ton mosselen per ton mosselzaad), blijft er van het aantal uitgezaaide mosseltjes relatief een klein deel over voor uiteindelijke levering. Kweekomstandigheden zijn tot op zekere hoogte te beheersen en verlies is een natuurlijk gegeven. Verbetering van het kweekrendement kan eveneens leiden tot meer acceptatie van de visserijactiviteiten door natuurbeheerorganisaties (kostenbesparing en minder verstorende zaadvisserij). Goede meting van kweekrendement biedt gelegenheid tot het opsporen van oorzaken van slechte groei en uitval. De specifieke variabelen in het model betreffen hier de kwaliteit van de percelen (locatiekeuze), de visserij-, kweek- en onderhoudsactiviteiten, en achterliggende natuurlijke factoren zoals predatie. Vergunning en controle van activiteiten vanuit de regelgeving (zoals inspectie Zuid-Noord transporten) zijn een aanvullende factor.

### Variabele 2. Omvang habitats met natuurwaarde

Een jaarlijkse inventarisatie van mosselbestanden wordt uitgevoerd voor het visserijbeleid, maar is daarnaast van belang voor evaluatie van beheersmaatregelen en effectstudies in het kader van de Natura-2000 en de Natuurbescheringswet. Het areaal aan mosselbanken wordt jaarlijks gemeten waarbij de contouren van litorale banken worden ingemeten en het areaal aan sublitorale banken wordt geschat. Naast de omvang (ha), worden leeftijdopbouw en productie (biomassa kg/jaar) van mosselbanken gemeten. Behalve voor het bepalen van economische waarde voor de mosselsector, zijn areaal gegevens ook belangrijk voor het vaststellen van natuurwaarden. Natuurwaarden geven uitdrukking aan het ecologisch belang van mosselbanken in de Waddenzee en worden binnen een beleidscontext gedefinieerd binnen instandhoudingsdoelstellingen. Voor de Westelijke Waddenzee zijn de (landelijke) Natura-2000 instandhoudingsdoelen gericht op verbetering van het sublitorale habitattype (1110A). Kwaliteitsverbetering moet voortkomen uit het bevorderen van een grotere hoeveelheid en gespreid voorkomen van mosselbanken in diverse stadia van ontwikkeling. De variabele 'Omvang habitats' is als zodanig een te simpele maat voor natuurwaarde. Alleen oppervlaktes en/of hoeveelheden bijhouden is niet voldoende. Een beter systeeminzicht is vereist om het systeem goed te begrijpen en vast te stellen wat de natuurwaarde van mosselbanken precies is. De hoeveelheid broedval en de oppervlakte van bestaande banken is waarschijnlijk bepalend voor de natuurwaarde van een gebied. Op dit moment is het nog onduidelijk wat de zaadval van mosselen en langdurige overleving van mosselbanken stuurt. Daarnaast is er meer inzicht nodig in welke soorten, naast vogels, van mosselbanken profiteren en wat het effect van mosselbanken is op

---

1

Tussen 1984 en 1989 werden de geviste hoeveelheden zaad op basis van enquêtegegevens bijgehouden door het RIN (later IBN/ALTERRA/IMARES). Uit die gegevens bleek o.a. het resultaat van 2 ton zaad → 1 ton consumptie

biodiversiteit. Hoe hangt deze factoren samen met de ligging en grootte van mosselbanken (Van der Heide et al. 2012). Het is verstandig om in de analyse van oppervlakte en dichtheid van mosselbanken een splitsing te maken in sublitoraal versus litoraal, en in mosselzaad versus volwassen mosselen om een beter inzicht te krijgen in de temporele en spatiële dynamiek.

### Variabele 3. Marktaanbod

De variabele 'marktaanbod' is een gecombineerde variabele op basis van de meervoudige keuze van deelnemers voor de modelvariabelen 'totaal marktaanbod' en 'internationaal marktaanbod' (zie ook figuur 1, bijlage 3). Vanwege hun directe koppeling zijn ze hier samengenomen. Huidige cijfers over het marktaanbod bestaan uit gegevens van de mosselleveringen aan de veiling welke na toestemming van de kwekers digitaal worden aangeleverd door het Mosselkantoor/Productschap Vis. Daarnaast wordt vanaf 2005 door het LEI op verzoek van EZ gegevens over de mosselaanvoer op micro-economische schaal verzameld (Taal et al. 2010; Smit & Taal 2007). Het marktaanbod bepaalt de veilingprijs, en uiteindelijk de consumentenprijs. Wanneer de prijs voor de Nederlandse mosselen te hoog wordt, zal er door de consument eerder overgestapt worden naar import mosselen of mosselvervangende producten. Mochten er grote hoeveelheden binnen- en buitenlandse mosselen van vergelijkbare kwaliteit aanwezig zijn, dan zullen de Nederlandse mosselen (over het algemeen) voor lagere prijzen aangeboden moeten worden. Het is van belang het totale aanbod mosselen en mosselvervangende producten in en buiten Nederland te monitoren. Noodzakelijke gegevens over het wereldaanbod zijn volume, prijs, kwaliteit, en informatie over marktspelers en afzetmarkten.

### Variabele 4. MZI capaciteit

MZI capaciteit is een variabele in het economisch productiegedeelte van het model en betreft de omvang (aantal installaties) en productievermogen van MZIs. Het is nodig mosselcapaciteit te monitoren om vast te stellen of mosselzaadinvang een rendabel economisch alternatief is. Een belangrijke vraag daarbij is hoe groot het productievolume kan zijn door de jaren heen (potentieel en gemiddeld). MZI capaciteit kan worden uitgedrukt in vierkante meters MZI (ingenomen oppervlak, dwz. waar geen andere schepen mogen komen) en de zaadopbrengsten ervan. Dit laatste is van belang om de waarde van MZIs voor de mosselzaadproductie te schatten. De kwaliteit van MZI locaties dient ook gemeten te worden (variabele 'kwaliteit MZI/percelen'). Belangrijk voor de productie zijn voedselaanvoer, stroomsnelheden en stormgevoeligheid op de locaties. Diepte is belangrijk voor voor de geschiktheid van MZI locaties, en daarmee (indirect) van invloed op de MZI capaciteit, als er een minimale grootte van de netten of touwbundels is. Deze moeten vrij blijven van de bodem (ook bij extreem laag water). In de praktijk is water van minimaal 5 - 10 m diep nodig.

### Variabele 5. Stabiliteit van zaadbanken

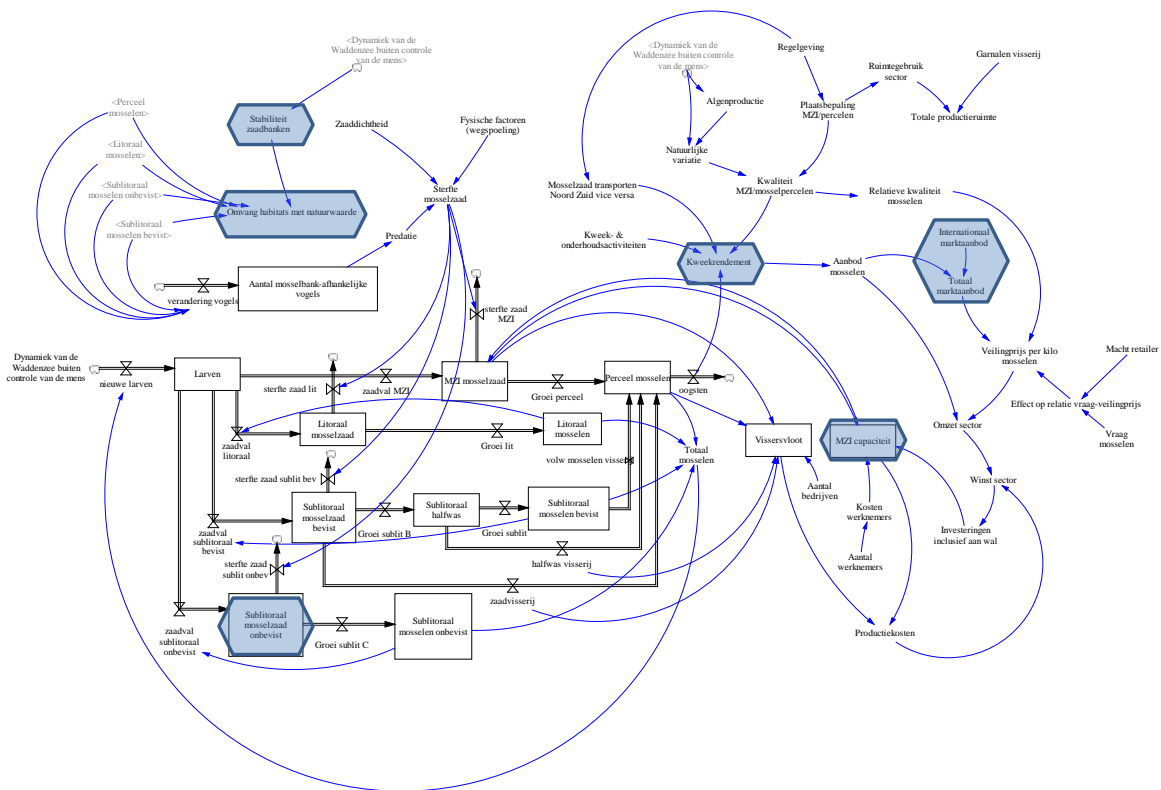
De stabiliteit van mosselbanken is bepalend voor zowel de bevisbaarheid (sturend voor visplannen) als voor de natuurwaarde. Er is inzicht nodig in de grootte en het volume van instabiele banken. Een aantal criteria kan worden gebruikt om de stabiliteit van banken te beoordelen: leeftijd, dichtheid en leeftijdsopbouw, stevigheid en structuur van de ondergrond, de plaats op het wad, en het gedeelte van een bank dat (na de winter) nog over is ten opzichte van vorig jaar (Brinkman et al. 2003). Stabiliteitskaarten geven uitdrukking aan deze factor winteroverleving

(Van Stralen in ALTERRA, 2005); klasse 1 verdwijnt in de winter bijna altijd/bijna geheel; klasse 2 verdwijnt in de winter vaak/voor het grootste deel; klasse 3 verdwijnt in de winter onzeker; klasse 4 blijft vaak/voor het merendeel liggen; klasse 5 blijft bijna altijd/voor het overgrote deel liggen. Binnen het PRODUS project is onderzoek gedaan naar de stabiliteit van zaadbanken en sinds 2010 onderzoekt het MosselWad project de vraag waarom sommige mosselbanken zich tot meerjarige biogene structuren ontwikkelen, terwijl andere mosselbanken binnen enkele maanden weer verdwijnen (Jansen et al 2012). Het is duidelijk dat stabiliteitsfactoren hydrodynamica (golfwerking), predatie (zeesterren, krabben) en stevigheid en structuur van de mosselbanken (hechtkracht) belangrijk zijn. Met name hydrodynamische stress is een belangrijke beperkende factor is voor het voorkomen van mosselbanken (Folmer 2012).

**Variabele 6. Sublitoraal mosselzaad (onbevestigd)**

Biomassa dichtheden in ruimte en tijd worden gemeten omdat mosselzaad als begin van de visserijketen een belangrijk basisgetal vormt. Daarnaast zijn de hoeveelheid broedval c.q. zaadval en de oppervlakte van bestaande banken waarschijnlijk bepalend voor de totale natuurwaarde van een gebied. Op dit moment is het nog onduidelijk wat de zaadval van mosselen en de langdurige overleving van mosselbanken stuurt. Het is belangrijk om de oppervlaktes van zaadbanken die niet bevestigd worden te meten om zo een jaar later inzicht te krijgen in de overlevingskansen van jonge mosselbanken. Maar alleen oppervlaktes en/of hoeveelheden bijhouden, i.e. het meten van de variabele 'omvang habitats' is daarvoor niet voldoende. Om het systeem en verbonden natuurwaarden goed te begrijpen is een beter systeeminzicht vereist.

In figuur 2 zijn de zes geselecteerde variabelen in het eindmodel aangegeven.



**Figuur 2. Geselecteerde variabelen in het eindmodel**

### 4.3 SES indicatoren voor mosselvisserij

De sessie rond de casus mosselvisserij heeft laten zien dat onderliggende systeemstructuren die bepalend zijn voor de dynamiek van mosselvisserij in de Waddenzee via *group model building* inzichtelijk kunnen worden gemaakt. Gegeven beperkingen in volledigheid en detail van uitwerking heeft het eindmodel relevant en nieuw systeembegrip opgeleverd. Op basis van het model hebben deelnemers systeemvariabelen kunnen identificeren die voor hen een belangrijke informatiewaarde vertegenwoordigen. Zes geselecteerde variabelen zijn in de vorige sectie besproken in het kader van bestaande monitoring en de informatiebehoefte van deelnemers. Voor een deel vinden we de geselecteerde variabelen terug in bestaande monitoringspraktijk.

Als visserij-indicatoren zijn *kweekrendement* en *MZI capaciteit* van belang. Kweekrendement cijfers geeft de sector zelf: hoeveel consumptiemosselen worden gekweekt uit een bepaalde hoeveelheid mosselzaad. Het verbeteren van het kweekrendement van de percelen is in het belang van zowel de mosselvisserij als van de natuur. Als de opbrengst van de percelen en de efficiency van bedrijfsvoering verbeteren voor de kweker is er mogelijk minder druk op de natuur waardoor efficiënter met de grondstoffen (mosselzaad) kan worden omgegaan. Zoals in het eindmodel is uitgedrukt is daarvoor kennis nodig van voedselgebruik, gedrag en overleving van de mosselen (variabele 'natuurlijke variatie'), maar ook van de kweek- en onderhoudsactiviteiten van de mosselkwekers en de cultuurtechnische maatregelen die ze kunnen nemen (zaaidichtheden, moment van zaaien, maatregelen tegen predatoren). De ligging/plaats van de percelen is een sleutelfactor voor het kweekresultaat. Op bestuurlijk niveau is er vanuit de sector de wens om de afschaffing van TPW-waardering (Totale Productie Waarde) en periodieke herschikking van locaties te herzien.

MZI capaciteit is een belangrijke indicator vanuit het transitieproces. De monitoring van de kwaliteit van MZI locaties is daarbij ook van belang. De gegevens zijn belangrijk om vast te stellen of er genoeg volume aan zaadproductie met MZIs is voor een economisch rendabele bedrijfsvoering. Aan een bepaalde MZI capaciteit is ook een fysieke werkcapaciteit (werkdruk, werkgelegenheid) in de vloot verbonden die bij verdere opschaling zal toenemen (Taal & Turenhout 2013).

Gegeven het transitieproces, de economische ontwikkelingen in de sector, en de concurrerende positie van Wadden-mosselvisserij in de (inter)nationale markt is het van groot belang de marktontwikkelingen via het *marktaanbod* goed te volgen. Momenteel is het overgrote deel van de Zeeuwse mosselen niet onderscheidend in de markt. Als de kostprijs van Zeeuwse consumptiemosselen te hoog wordt, zullen de gevestigde kopers zich op andere inkoopmarkten gaan richten (Taal & Turenhout 2013).

De *omvang van habitats met (hoge) natuurwaarde* wordt in de huidige monitoring gemeten. Als economische indicator (bevisbaar areaal) is het mogelijk afdoende, maar als ecologische indicator in termen van natuurwaarde is er verdieping nodig. De bemonstering van sublitorale banken wordt momenteel uitgevoerd met behulp van korren waardoor geen volledige dekking van het hele sublitoraal van de Westelijke Waddenzee kan worden gerealiseerd. De bruikbaarheid van andere technieken, zoals de side-scan sonar, worden momenteel verkend. Zo bleek vanuit

het PRODUS onderzoek dat side-scan sonar opnamen via de Moran's I bewerking een goede vereenvoudiging en kwantificering opleveren van de ruimtelijke habitatstructuur, welke correlatie laat zien met de mosselbiomassa (Smaal et al. 2013).

De *stabiliteit van mosselbanken* is een sleutelfactor welke bepalend is voor de ontwikkeling en omvang van habitats. Het kan zowel een belangrijke economische als ecologische indicator zijn - en daarmee betekenis krijgen als integrerende SES indicator. De najaarsvisserij is alleen toegestaan op instabiele sublitorale zaadbanken. Volgens deelnemers aan de sessie is er beter inzicht nodig in de factoren die de stabiliteit bepalen. Voor effectmeting is het van belang de ontwikkeling van sublitorale zaadbanken in gesloten gebieden te meten. Vanuit een breder ecologisch perspectief is inzicht nodig hoe mosselbanken geografisch verdeeld zijn in de Waddenzee, met name in de Westelijke Waddenzee waar veel minder herstel te zien is van mosselbanken dan in het oostelijke deel.

Op dit moment is het nog onduidelijk wat de zaadval van mosselen en langdurige overleving van mosselbanken stuurt, er is met name beter inzicht gewenst in de ontwikkeling (i.e. jaarlijkse overleving) van *onbeviste sublitorale mosselzaadbanken*. In het PRODUS onderzoek is gekeken naar de effecten van visserij op sublitorale mosselzaadbanken. Een conclusie van het PRODUS onderzoek is dat het sluiten van gebieden voor de mosselzaadvisserij niet altijd betekent dat daarmee de mosselbanken vanzelf tot ontwikkeling komen. Uit het onderzoek bleek geen direct effect van najaarsvisserij op het ontstaan van nieuwe mosselbanken, maar bleken er wel korte termijn negatieve effecten van voorjaarsvisserij op het bodemleven en de mosselvoorraad versus onbeviste plots. Dit is een aanwijzing dat de kans op ontwikkeling van meerjarige sublitorale banken groter is zonder visserij. Ook andere factoren zoals predatie door zeesterren en stabiliteit van de locatie hebben hier invloed op (Van Stralen et al. 2013; Smaal et al. 2013). Voor het meten van lange termijn effecten is het essentieel de ontwikkelingen in niet-beviste gebieden te monitoren, en zo de factoren die van invloed zijn op de natuurlijke dynamiek van mosselbanken beter te begrijpen. Op deze manier kan er meer inzicht worden verkregen in de overlevingskansen van jonge mosselbanken.

Uit de inbreng van deelnemers is duidelijk dat om een beter mechanistisch begrip van de causale processen te krijgen meer inzicht gewenst is in de centrale variabelen die de omvang en overleving van mosselbanken bepalen. Daarnaast is meer inzicht nodig in de processen en factoren die het mosselzaadaanbod en de stabiliteit van mosselzaadbanken bepalen, specifiek in het sublitoraal. Dit is ook van belang in het licht van het transitieproces en voorgenomen uitbreidingen van de MZI capaciteit.

De drie meest belangrijk bevonden variabelen brengen de relatie tussen mosselvisserij en Waddenzee-natuur expliciet tot uitdrukking (zie bijlage 3). De variabele 'omvang van habitats met natuurwaarde' drukt uit hoeveel mossel(zaad)banken er zijn; de variabele 'kweekrendement' geeft aan hoeveel en hoe efficiënt mosselen kunnen worden geproduceerd; en de variabele 'marktaanbod' hoeveel er uiteindelijk kunnen worden verkocht. De relatie tussen deze drie variabelen bevindt zich vanuit een socioeconomisch-ecologisch systeemperspectief op het snijvlak van beide domeinen. Dit komt ook tot uitdrukking in de disciplinaire affiniteit van de

deelnemers die voor deze variabelen hebben gekozen (zie tabel B3.2). Deze samenhangende sleutelvariabelen, met kweekrendement als centrale variabele, vormen een set van mogelijke SES indicatoren met meerwaarde voor zowel de mosselsector, als voor natuurbeheer en beleid.

In een vervolgproject kunnen deze SES indicatoren verder worden uitgewerkt en gekwantificeerd in een causaal model waarin de relatie tussen opbrengst (oogst, geld) in de mosselsector en natuurlijke zaadval is weergegeven met bijbehorende (beleids)indicatoren.

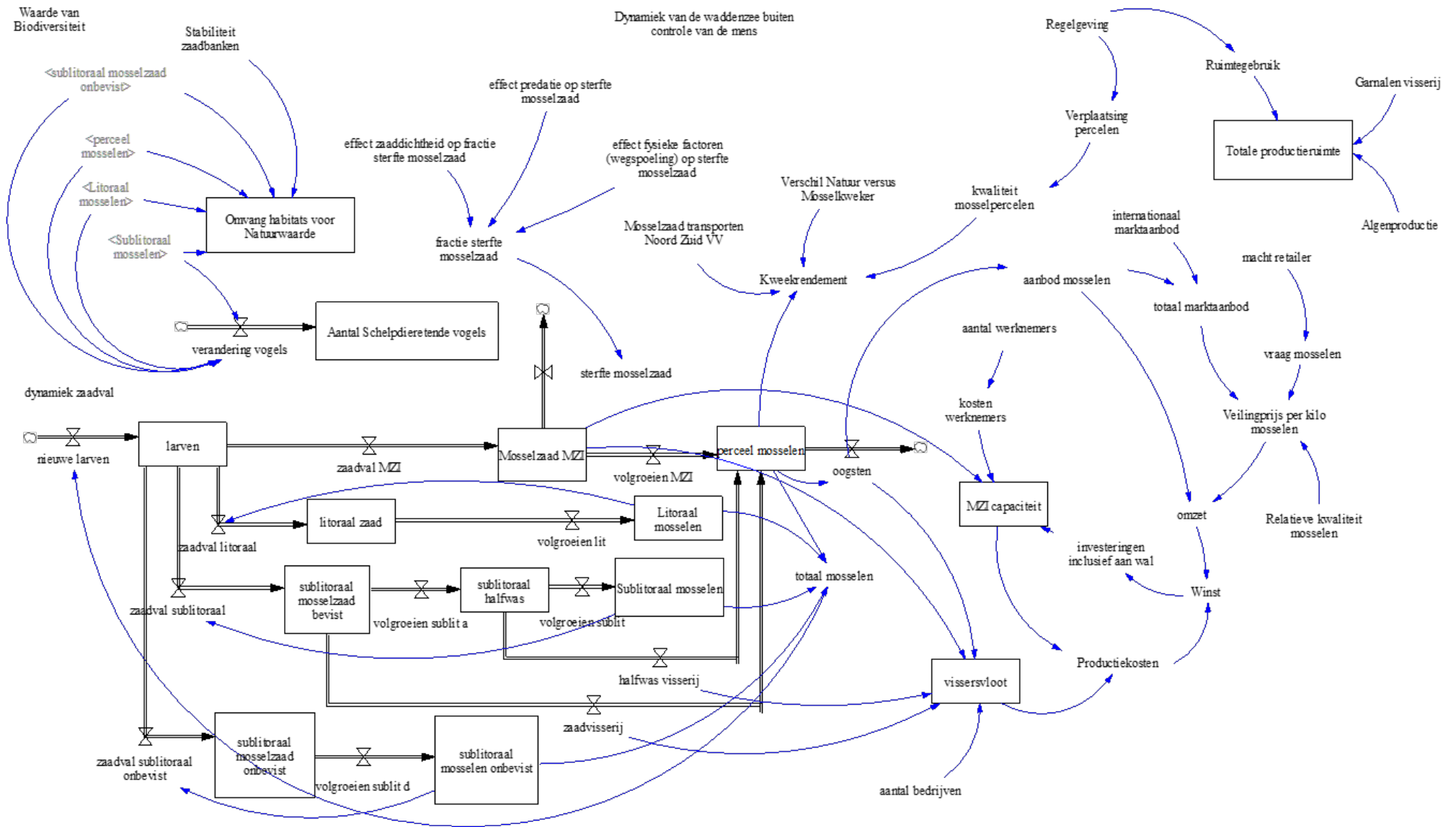


## 5 REFERENTIES

- ALTERRA, 2005. Passende Beoordeling sublitorale mosselzaadvisserij in de westelijke Waddenzee, najaar 2005. Alterra-Texel, RIVO-Yerseke.
- Brinkman, A.G., T. Bult, N. Dankers, A. Meijboom, D. den Os, M.R. van Stralen, J. de Vlas, 2003. Mosselbanken: Kenmerken, Oppervlaktebepaling en Beoordeling van Stabiliteit; Rapport voor deelproject F1 van EVA-II, de tweede fase van het evaluatieonderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij op natuurwaarden in de Waddenzee en Oosterschelde 1999. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 707, 70 blz.
- Bult, T.P., M.R. van Stralen, E. Brummelhuis, J.M.D.D. Baars, 2004. Mosselvisserij en – kweek in het sublitoraal van de Waddenzee. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Rapport C049/04, 86 pagina's.
- Ens, B.J. , J.A. Craeymeersch, F.E. Fey, H.J.L. Heessen, A.C. Smaal, A.G. Brinkman, R. Dekker, J. van der Meer en M.R. van Stralen, 2007. Sublitorale natuurwaarden in de Waddenzee. Een overzicht van bestaande kennis en een beschrijving van een onderzoekopzet voor een studie naar het effect van mosselzaadvisserij en mosselkweek op sublitorale natuurwaarden. Wageningen IMARES. 117 pagina's.
- Folmer, E., 2012. Kombergingen en Mosselbanken. Hoe analyse van kombergingen gebruikt kan worden om ontwikkeling en verspreiding van mosselbanken te begrijpen. Programma Naar een Rijke Waddenzee, 28 pagina's.
- Jansen, J., N. Dankers, B.J. Ens, 2012. MOSSELWAD, onderzoeksprogramma voor herstel van mosselbanken in de Waddenzee. De Levende Natuur 113(3), 110-112.
- Rouwette EAJA, Vennix JAM, Thijssen CM. 1997. Group model building: a decision room approach. Proceedings of the 1997 International System Dynamics Conference. Istanbul, Turkey, 619–622.
- Smaal A.C., J. Craeymeersch, J. Drent, J.M. Jansen, S. Glorius en M.R. van Stralen, 2013. Effecten van mosselzaadvisserij op sublitorale natuurwaarden in de westelijke Waddenzee: samenvattend eindrapport. IMARES Wageningen UR. Rapport C006/13 PR1, 162 pagina's.
- Smit, J.G.P. en C. Taal, 2007. Sociaaleconomische indicatoren van de Nederlandse vissector. LEI Wageningen UR, 33 pagina's.
- Taal, C. en M. Turenhout, 2013. Notitie Quick scan Mosselsector. Convenant en herziening. LEI Wageningen UR, 22 pagina's.
- Taal, C., H. Bartelings, R. Beukers, A.J. Klok en W.J. Strietman, 2010. Visserij in Cijfers 2010. LEI Wageningen UR. LEI-rapport 2010-057, 130 pagina's.
- Troost, K., J. Drent, E. Folmer en M.R. van Stralen, 2012. Ontwikkeling van schelpdierbestanden op de droogvallende platen van de Waddenzee. De Levende Natuur 113(3), 83-88.
- Van de Heide, T., E. Weerman en H. Olf, 2012. Waddensleutels: Mosselbanken en andere biobouwers aan de basis voor een gezonde Waddenzee? De Levende Natuur 113(3), 101-106.
- Van Stralen 2012. Inventarisatie van het sublitorale wilde mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het najaar van 2012. Marinx Rapport 2012.124.2, 28 pagina's.

- Van Stralen, M.R., J. Craeymeersch, J. Drent, S. Glorius, J.M. Jansen en A.C. Smaal, 2013. Het mosselbestand op de PRODUS-vakken en de effecten van de visserij daarop. Marinx-rapport 2013.54 – PR6, 68 pagina's.
- Vugteveen, P., M.M. van Katwijk, E. Rouwette, H.J. Rob Lenders en L. Hanssen, 2014. Developing Effective Adaptive Monitoring in Support of Integrated Coastal Management, Exemplified in a Multi-User Nature Reserve. Ingediend artikel.

# BIJLAGE 1 - MODEL AAN EINDE SESSIE



## BIJLAGE 2 - MODEL VARIABELEN

**Tabel B2. Variabelen in het model aan het einde van de sessie**

---

1. Stabiliteit zaadbanken	25. Vraag mosselen
2. Fractie sterfte mosselzaad	26. Aantal werknemers
3. Omvang habitats	27. MZI capaciteit
4. Waarde van biodiversiteit	28. Veilingprijs per kilo mosselen
5. Effect zaaddichtheid op fractie sterfte mosselzaad	29. Omzet
6. Effect predatie op sterfte mosselzaad	30. Relatieve kwaliteit mosselen
7. Dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens	31. Winst
8. Effect fysieke factoren (wegspoeling) op sterfte mosselzaad	32. Investerings inclusief aan wal
9. Aantal schelpdieretende vogels	33. Productiekosten
10. Verschil natuur versus mosselkweker	34. Vissersvloot
11. Mosselzaad transporten Noord-Zuid vice versa	35. Aantal bedrijven
12. Kweekrendement	36. Totaal mosselen
13. Kosten werknemers	37. Larven
14. Regelgeving	38. Mosselzaad MZI
15. Verplaatsing percelen	39. Perceel mosselen
16. Ruimtegebruik	40. Litoraal zaad
17. Totale productieruimte	41. Litoraal mosselen
18. Garnalen visserij	42. Sublitoraal mosselzaad bevestigd
19. Algenproductie	43. Sublitoraal halfwas
20. Macht retailer	44. Sublitoraal mosselen
21. Kwaliteit mosselpercelen	45. Sublitoraal mosselen onbevestigd
22. Internationaal marktaanbod	46. Sublitoraal mosselzaad onbevestigd
23. Aanbod mosselen	47. Dynamiek zaadval
24. Totaal marktaanbod	

---

## BIJLAGE 3 - GESELECTEERDE VARABELEN

**Tabel B3.1 Model variabelen die minimaal 2x door deelnemers zijn geselecteerd als zijnde belangrijk**

<i>VARIABELE</i>	<i># GESEL</i>	<i>VARIABELE</i>	<i># GESEL</i>
Kweekrendement	4	Investerings inclusief aan wal	2
Omvang habitats	4	Larven	2
Totaal marktaanbod (incl Internationaal marktaanbod)	4	Litoraal mosselen	2
MZI capaciteit	3	Litoraal zaad	2
Stabiliteit zaadbanken	3	Omzet	2
Sublitoraal mosselzaad onbevist	3	Productiekosten	2
Aanbod mosselen	2	Sublitoraal mosselen	2
Aantal schelpdieretende vogels	2	Sublitoraal mosselen onbevist	2
Dynamiek van de Waddenzee buiten controle van de mens	2	Sublitoraal mosselzaad bevist	2
Sterfte mosselzaad	2	Totale productieruimte	2

**Tabel B3.2 Achtergrond deelnemers van gekozen kernvariabelen**

<i>Variabele</i>	<i>Achtergrond deelnemer</i>	<i>&gt;&gt; ecologisch</i>	<i>&gt;&gt; socio-economisch</i>
<b>1. Kweekrendement</b>		2	2
<b>2. Omvang habitats</b>		4	0
<b>3. Marktaanbod</b>		0	4
4. MZI capaciteit		1	2
5. Stabiliteit zaadbanken		1	2
6. Sublitoraal mosselzaad (onbevist)		3	0