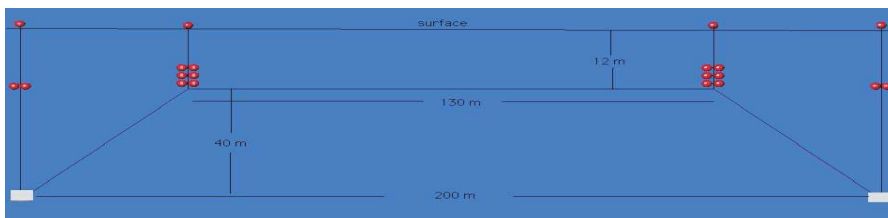


Verkenning van mogelijkheden voor mosselteelt op Noordzee

Pauline Kamermans¹, Tim Schellekens¹ & Rik Beukers²

Rapport C021/11



¹ IMARES Wageningen UR, Yerseke

² LEI Wageningen UR, Den Haag

IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie,
Directie Kennis en Innovatie (Den Haag)
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BAS code: B1204001

Publicatiedatum:

3 februari i 2011

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68

1970 AB IJmuiden

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 26

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 77

4400 AB Yerseke

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 59

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 57

1780 AB Den Helder

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)223 63 06 87

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 167

1790 AD Den Burg Texel

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 62

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

© 2010 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	4
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	6
Omschrijving probleem	6
Doel project	6
Kennisvragen	7
2. Ervaringen op andere locaties	7
Definitie van open zee (off shore).....	7
Belgie	8
Duitsland	10
Frankrijk	12
Italië	13
Nieuw-Zeeland	13
Verenigde Staten	14
Canada	16
Samenvatting.....	16
3. Succesfactoren en knelpunten	17
Succes/Faalfactoren offshore installaties	17
Economische knelpunten.....	18
4. Experiment mosselzaadinvang en/of kweek op de Noordzee	18
Biologische factoren	19
Fysische factoren	19
Beleidsfactoren.....	19
Economische factoren.....	24
Stappenplan experiment	25
5. Conclusie	26
Dankwoord	26
Kwaliteitsborging	27
Referenties	27
Verantwoording	29

Samenvatting

Eind 2008 is tussen de Minister van LNV, de mosselsector en de betrokken natuurorganisaties het Convenant Transitie Mosselsector en Natuurherstel Waddenzee gesloten. De kern van het convenant vormt de overgang van de traditionele bodemvisserij op mosselzaad naar andere technieken. Het vigerende alternatief vormen mosselzaad-Invanginstallaties, zoals momenteel geplaatst in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Voordelta. In het convenant is afgesproken dat voor de toekomst ook naar andere gebieden gekeken zal worden. De open zee (Noordzee) is hierbij in Nederland een mogelijk gebied.

In dit rapport wordt nagegaan of er wereldwijd zodanig perspectiefrijke experimenten met invang dan wel kweek van mosselen in het open zee milieu (offshore) plaatsvinden, of dat er reeds volledig commercieel draaiende mosselculturen op open zee bestaan. Indien dit het geval is wordt bezien of hiervan gebruik kan worden gemaakt voor de innovatie van de Nederlandse mosselsector. Wij achten de studies het meest relevant voor het toepassen van installaties als de fysische omstandigheden (diepte, golfhoogte en stroomsnelheid) zoveel als mogelijk overeenkomen met die in de Noordzee.

In vergelijking met offshore installaties voor mosselteelt elders zijn de omstandigheden in de Nederlandse Noordzee zijn minder gunstig, zowel wat betreft maximale golfhoogte als wat betreft maximale stroming. Dit zijn echter wel omstandigheden waaronder mosselen met succes zijn geteeld. De meest geschikte techniek bij de off-shore teelt van mosselen is ondergedompelde longlines.

Voor een succesvolle offshore mosselkweek onderneming in de Nederlandse Noordzee zijn nodig: een gebied van minimaal 20 m diep; een voldoende stevige constructie van installatie om weer, gebruik en doorvaart te weerstaan; voldoende uitgebalanceerd drijfvermogen; voldoende broedval; voldoende groei; geen overmatige aangroei van andere organismen; geen overmatige predatie; geen ongewenste stoffen of organismen (contaminanten of parasieten) en een betrouwbare en robuuste oogstmethode, en duidelijke markering om doorvaart te voorkomen. Daarnaast zijn management maatregelen nodig, zoals; voorkomen van verlies door mosselen die van de touwen af vallen; en goede afspraken met medegebruikers.

Aan alle noodzakelijke succesfactoren lijkt door de juiste technische, biologische of management maatregelen voldaan te kunnen worden.

Economische haalbaarheidsstudies geven aan dat de productie van mosselzaad waarbij geïnvesteerd wordt in een nieuw schip en faciliteiten op het land niet rendabel is. Wanneer deze investeringen achterwege worden gelaten zou de productie wel winstgevend zijn. Productie van consumptiemosselen is in beide gevallen wel rendabel. Geschatte break-even prijzen zijn 30-49 eurocent per kg voor consumptiemosselen en 37-53 eurocent per kg mosselzaad.

Een pilot kan meer inzicht geven in de biologische, fysische en economische factoren op een geschikte locatie. Bij een positief resultaat kan de proef worden opgeschaald tot praktijkschaal.

1. Inleiding

Omschrijving probleem

Eind 2008 is tussen de Minister van LNV, de mosselsector en de betrokken natuurorganisaties het Convenant Transitie Mosselsector en Natuurherstel Waddenzee gesloten. De kern van het convenant vormt de overgang van de traditionele bodemvisserij op mosselzaad naar andere technieken.

Het vigerende alternatief vormen mosselzaad-Invanginstallaties (MZI's), zoals momenteel geplaatst in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Voordelta. In het convenant is afgesproken dat voor de toekomst ook naar andere technieken of andere locaties gekeken zal worden. Dit omdat de grootschalige oppervlakten van MZI's in Oosterschelde en Waddenzee ook hun nadelen hebben (inbreuk op landschap en ruimte voor overige gebruikers), dan wel kunnen hebben (invloed op draagkracht).

Mede in het verlengde daarvan worden, in samenwerking tussen de schelpdiersector, overheden en andere partijen, diverse onderzoeks- & ontwikkelings (O&O) initiatieven ontplooid. Dit betreft:

- Kweek van schelpdieren op het land, door middel van hatchery-nursery systemen en geïntegreerde teelt (Zeeuwse Tong)
- Invang op nieuwe locaties, bijv in de Deltawateren (Grevelingen, Veerse Meer). Ook de in de toekomst mogelijk andere inrichting van de Afsluitdijk is daarvoor in beeld.

De vraag die nog open staat is of invang van mosselzaad, en eventueel ook kweek tot volwassen mosselen, op de open Noordzee mogelijk is. Immers, op open zee lijken er minder belemmeringen in termen van ruimte, en draagkracht. Daar staat tegenover dat de omstandigheden er zeer turbulent zijn, waar de huidige invangconstructies, oogstinstallaties en onderhoudsschepen niet op zijn ontwikkeld. Ook is de zee te diep voor de voor nearshore gebruikelijke verankeringen.

In 2004 is reeds een inventarisatie door IMARES (RIVO) uitgevoerd naar de stand van zaken van mosselkweek op open zee (Kamermans & Verdegem, 2004). De conclusie destijds was dat de mosselteelt op open zee nog in de kinderschoenen staat. In 2008 is een rapportage verschenen waarin de Aquacultuur op de Noordzee in een breder perspectief is behandeld (Reijs, 2008). Hieruit zijn ruimtelijke mogelijkheden, maar ook onderzoeksvragen naar voren gekomen. Gelet op het toegenomen belang van de afweging van milieuaspecten bij aquacultuur in het mariene milieu, is het waarschijnlijk dat zich in de afgelopen jaren op dit terrein nieuwe ontwikkelingen hebben voorgedaan. Dit maakt een update van deze inventarisatie wenselijk. Gezien de doelstellingen van het Mosselconvenant dienen deze initiatieven – maar ook andere serieuze initiatieven elders- nader te worden onderzocht.

Doel project

Doel van het project is na te gaan of er wereldwijd zodanig perspectiefrijke experimenten met invang dan wel kweek van mosselen in het open zee milieu plaatsvinden, dan wel dat er reeds volledig commercieel draaiende mosselculturen op open zee bestaan, en of hiervan gebruik gemaakt kan worden voor de innovatie van de Nederlandse mosselsector. 'Perspectiefrijk' betekent dat er concreet uitzicht is op technisch realiseerbare en economisch haalbare opties. Een maatstaf hiervoor is dat er uitzicht is op praktische toepassing op een termijn van 5 jaar of minder.

Kennisvragen

De in dit kader te beantwoorden kennisvragen zijn:

- Welke experimenten met mosselzaadinvang en/of kweek op open zee lopen wereldwijd onder vergelijkbare omstandigheden? Het moet daarbij gaan om concrete experimenten, op pilotschaal, d.w.z. met een bedoelde oogst van tenminste 10.000 kg mosselzaad of volwassen mosselen op jaarbasis.
- Welke van deze experimenten hebben relevante perspectieven en wat zijn de kritische succesfactoren en randvoorwaarden hierbij? Welke experimenten zijn niet gelukt en zo ja, wat is het toegepaste criterium en wat zijn de faalfactoren?
- Welke technische en/of economische knelpunten dienen nog te worden opgelost? Is hier uitzicht op? Zo ja, op welke termijn?
- Kunnen één of meer van deze experimenten gebruikt worden als model voor de mosselzaadinvang en/of kweek op de Noordzee? Zo ja, wat is het economisch perspectief bij opschaling tot praktijkschaal?

Dit onderzoek is uitgevoerd op basis van een helpdeskvraag.

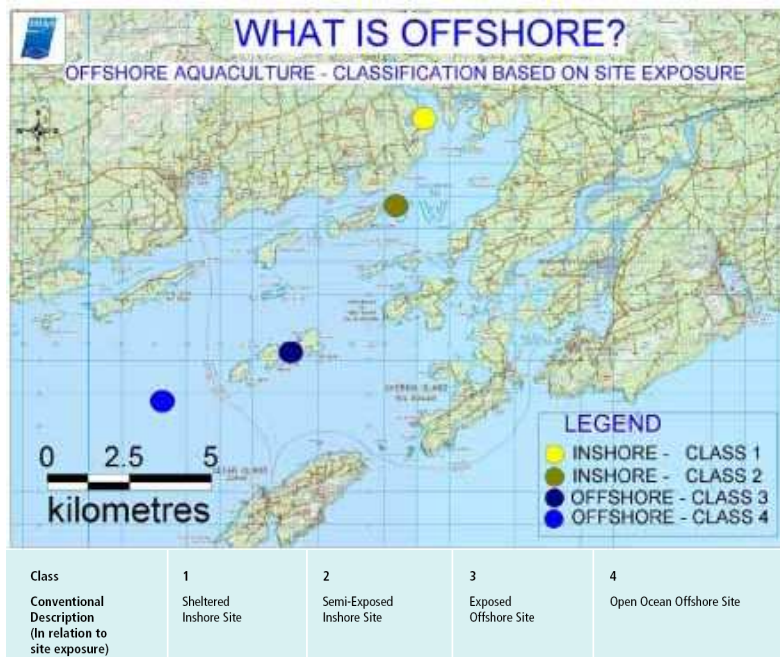
2. Ervaringen op andere locaties

Definitie van open zee (off shore)

Offshore aquacultuur (OA), ook wel beschreven als *Open Ocean Aquaculture* (OOA) is teelt in een oceaan omgeving die regelmatig vijandig is. Het wordt gedefinieerd als een zee-omgeving die volledig bloot staat aan een grote range van oceanografisch condities, zoals sterke stroming en hoge golven (Ryan 2004). Deze blootstelling aan golfenergie is gekoppeld aan de afstand tot de kust of gebrek aan bescherming door eilanden of kapen die de kracht van de golven kunnen breken. Volgens Buck (2004), zijn offshore locaties tenminste 8 mijl uit de kust om conflicten met belangengroepen te voorkomen. Geëxponeerde gebieden kunnen echter ook dicht bij de kust liggen. In het Nederlands is offshore: "uit de kust". Of een locatie als "offshore" geclassificeerd kan worden moet daarom per geval bekeken worden. Figuur 1 kan helpen bij deze classificatie.

Gebruikte criteria voor inventarisatie ervaringen

Het doel van deze studie is om de ervaringen wereldwijd met offshore installaties voor mosselteelt te verzamelen. Wij achten de studies het meest relevant voor het toepassen van installaties in de Noordzee als de fysische omstandigheden (diepte, golfhoogte en stroomsnelheid) zoveel als mogelijk overeenkomen. Dit gezien de specifieke kosten en oplossingen die spelen bij de omstandigheden in de Noordzee. We zoeken dus naar voorbeelden van offshore installaties op locaties met omstandigheden die zoveel mogelijk lijken op die in de Noordzee, of voorbeelden van installaties die getest zijn in de omstandigheden zoals op de Noordzee. We nemen daarbij aan dat broedval van mosselen vooral plaatsvindt in de kustzone (tot 30km uit de kust). In dit gebied zijn grofweg de geldende fysische omstandigheden als volgt: Golfhoogte: tot 8 m tijdens stormen, Stroomsnelheid: tot 2m/s tijdens springtij, Diepte: 11-40 m (Reijs et al, 2008). Hierbij is nog geen rekening gehouden met een extra hevige storm die iedere 10 jaar kan voorkomen. Dit is relevant voor investeerders of ondernemers.



Figuur 1. Locatie classificatie als een definitie van de term "offshore" (naar Ryan 2004).

Belgie

Golfhoogte: tot 5 m tijdens stormen, Stroomsnelheid: tot 2 m/s, Diepte: 7-11 m.

In april 1999 werd 22 km uit de kust voor Nieuwpoort op de locatie genaamd "Buiten Ratel" een pilot-studie uitgevoerd door het bedrijf Ship Technics. Door het Departement Zeevisserij-CLO (het tegenwoordige ILVO) is de broedval, groei en de kwaliteit (bacterieel, zware metalen, pesticiden en PCBs) van de mossel in volle zee onderzocht. Een hangmosselcultuur werd geplaatst. De constructie (longline) bestond uit een hoofdkabel met een lengte van 200 m, waaraan om de meter oogstlijnen bevestigd werden met een lengte van 5 m waardoor plastic steunen (pegs) werden gestoken. In het totaal werden 6 dergelijke systemen uitgezet in een gesloten zone, waar geen doorvaart toegelaten was. Op 31 december 1999 waren de mosselen gemiddeld 4.4 cm groot. Kenmerkend was dat er op de mossels geen aangroei was van zeepokken of andere dieren en wieren. Het totale gewicht van de mosselen bedroeg gemiddeld 8.5 g per stuk, met een vleespercentage van 22%. De biomassa kon op 6 kg per m oogstlijn geschat worden, waardoor de totale productie per systeem ongeveer 6 ton mosselen zal zijn geweest. Ondanks het afbakenen van het proefgebied zijn er gedurende het jaar 1999 verschillende (plezier-) schepen door het gebied heen gevaren, waarbij de lijnen losgerukt werden en verloren zijn gegaan. Ook bleek de constructie niet bestand tegen de weersomstandigheden. Gezien de goede aangroei van mosselen op de rest van de oogstlijnen, werd besloten het experiment verder te zetten, maar op een plaats die beter beschermd was tegen accidenteel doorvaren en dicht bij de kust is gelegen (vergemakkelijken van de controle van de hangcultuur). Teneinde de oogstlijnen nog verder te beschermen werd ook een ontwerp aangepast. Er werd overgestapt naar een concept waarbij de oogstkoorden vast zaten in kooiconstructies (persoonlijke communicatie de heer D. Delbare). In de loop van de jaren werden verschillende kooitypes uitgetest. Uiteindelijk werd er door de producenten gekozen voor twee verschillende types. Reynaert/Versluys B.V.B.A. koos voor een groot ponton waarin 8 kleinere kooien hangen met daarin de oogstouwen/sokken, terwijl SDVO een mosselkooi ontwikkelde als een spoel aan een drijforgaan, waaromheen het oogsttouw gewikkeld zit (Fig. 2). Deze kooien bereiken een diepte van maximaal 5 m. Recentelijk (2010) zijn de kooien van SDVO te duur om te exploiteren gebleken.

Er werden 4 schelpdierproductiegebieden aangewezen door de Minister van de Noordzee. Deze bevinden zich aan de D1-boei (10 km van haven van Nieuwpoort, diepte 8 m), de radartoren van de Oostdijck (OD, 25 km van haven van Nieuwpoort, diepte 7 m), meetpaal 7 aan de Westhinder (WH, 32 km van haven van Nieuwpoort, diepte 11 m) en op de Thorntonbank (diepte 12-30 m). Alle gebieden, behalve de Thorntonbank, worden momenteel gebruikt voor experimenten met kooien in pontons. Op de locatie WH proberen kwekers daarnaast ondergedompelde longlines. Op 14 oktober 2007 werden er monsters van 100 mosselen genomen in de zones OD, WH en D1. Daaruit is gebleken dat de zone OD geen grote mosselen oplevert en bijgevolg ongeschikt is als productiegebied (Van Nieuwenhove, 2008). Op de OD waren veel problemen met de golven. De zee is daar zo ondiep dat er een branding ontstaat door de ligging van de zandbank waaronder de kooien zeer sterk te leiden hadden. Momenteel zijn alleen de gebieden D1 en WH nog in gebruik. Alle kooien zijn uit het water gehaald. De pontons zijn nog in gebruik maar worden momenteel één voor één hersteld in de haven. In beide kweekgebieden lopen experimenten met longlines, maar hier is verder geen informatie over.

Gebruikte oogstmethode (ILVO-website "mosselteelt"):

In het voorjaar vallen grote aantallen mosselspat op de kooien. Bij het verder uitgroeien zitten de kleine mosseltjes zo dicht op elkaar dat ze elkaar te sterk gaan beconcurreren en hun groei wordt belemmerd. De mosselkweker zal ze daarom uitdunnen. De kooi wordt uit het water genomen en alle mossels worden van de oogstkoorden gehaald. Een deel van deze kleine mosseltjes wordt in lange kousen gesokt en deze worden terug aan de kooien bevestigd. De kous bestaat uit twee materialen. Het ene materiaal is biologisch afbreekbaar en zal na enkele weken volledig verdwenen zijn, het andere materiaal blijft steeds aanwezig en dient als vasthechting voor de mosselen.

Na ongeveer 14 maanden hebben de mosselen de consumptiemaat bereikt. De mosselkweker haalt de kooien terug uit het water en haalt alle mosselen van de kooi. De mosselen worden gesorteerd op grootte. Aangezien er het hele jaar door kleine mosseltjes op de kooien vallen (continue broedval) zal de kweker ook nu kousen vullen met kleine mosseltjes om weer op de kooien te zetten. De volwassen mosselen worden geoogst, verpakt en op de markt gebracht.

Versluys schat de oogst van alle gebieden, met gebruik van pontons, op minimaal 300.000 kg in 2010.



Figuur 2. Mosselkooi van SDVO (uit Van Nieuwenhove 2008).

Duitsland

Duitse Bocht en "Roter Sand" (golffoogte: tot 6.46 m tijdens stormen, Stroomsnelheid: tot 1.52 m/s, Diepte: 12-15 m).

Het Alfred Wegener Instituut voor Polair en Marien Onderzoek (AWI) voerde in de periode 2002 tot en met augustus 2004 onderzoek uit naar de mogelijkheden voor aquacultuur in windmolenparken. Het onderzoek werd door hen zelf gefinancierd (Buck, 2002). In 2002 is het AWI 17-19 mijl uit de kust een experimentele Offshore-Aqua-Farm begonnen. Hier is mosselzaad ingevangen. Het zaad vertoonde een snelle groei en had een dunne schelp. Vanaf 2003 werd maandelijks op 20 locaties van voorgestelde windmolenparken broedval en groei van mosselen bepaald en een aantal omgevingsparameters (zoals temperatuur en voedselaanbod) gemeten.

De onderzoeksinstituten Terramare en AWI voerden in 2002 en 2003 gezamenlijk een pilot project uit in de buurt van een gepland windmolenpark voor de kust van Duitsland ("Roter Sand"). Verschillende touwen en netten zijn getest aan een longline. Er werd minder mosselzaad ingevangen dan in de Waddenzee (respectievelijk 4400 individuen per meter op de Noordzee en 8800 individuen per meter in Waddenzee), maar het zaad was wel groter. Consumptieformaat (50-55mm) kan binnen 12-15 maanden worden bereikt en besmetting met parasieten is veel lager dan in de kustzone (Buck et al, 2005) hetgeen marktvoordeel kan betekenen. Snellere groei op open zee kan een gevolg zijn van stabielere temperaturen en zoutgehaltes wat minder stress veroorzaakt (Holmyard, 2008). Buck (2007b) beschrijft uitgebreid de omstandigheden, behaalde resultaten en technische en economische knelpunten van 2 test-sites bij "Roter Sand" ook "Nordergründe" genoemd, een buiten estuarium van de rivier de "Weser" (Fig. 3). De constructies die gebruikt werden (longlines) ondervonden problemen met de weersomstandigheden (breken van lijnen). Ook bleek het onderhouden van de juiste drijfhoogte door het aangroeiende gewicht van de mossels een probleem. Hierdoor verdween de constructie onder water en veroorzaakte doorvaart van schepen verliezen (juli 2003). Ook was predatie van zeesterren in enkele gevallen een probleem. Buck (2007) stelt dat het gebruik van materialen en opstellingen die resistent

zijn tegen de weersomstandigheden essentieel is voor het slagen van een dergelijke onderneming. Zo werd het ophalen van de lijnen bemoeilijkt door het weer en verzwakte schakels. Buck stelt dat het gebruik van lange smalle boeien i.p.v. ronde boeien de stress op deze schakels vermindert. Op basis van de experimentele oogst van 10-15 kg per meter touw (Buck, 2007b) schat Buck (2010) in dat de opbrengst van een mosselkwekerij in een windmolenpark 24.000 kg per ha kan zijn. Er zijn nog geen commerciële experimenten met mosselteelt op de Noordzee gestart in Duitsland.

UK

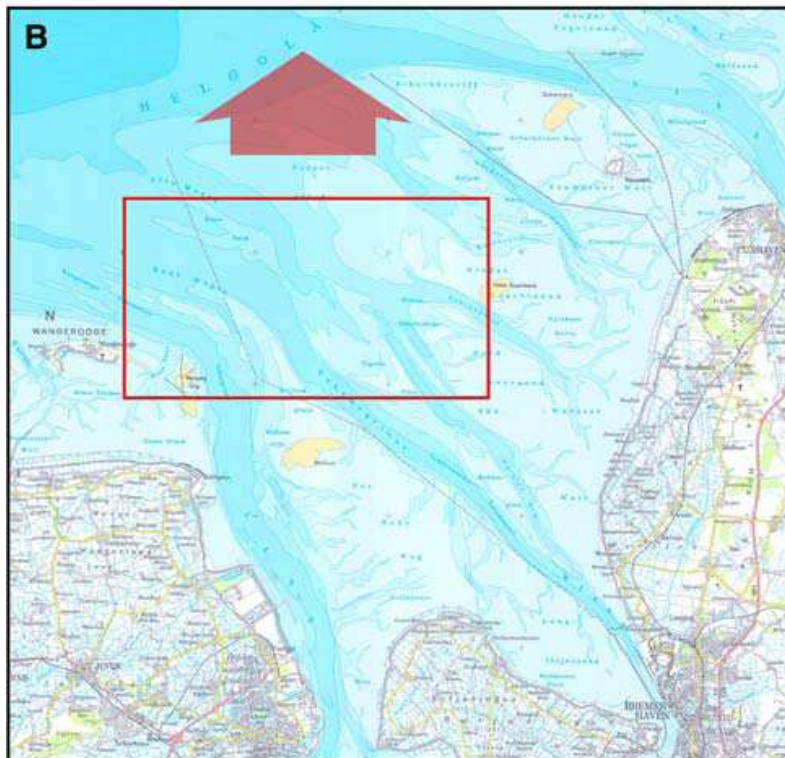
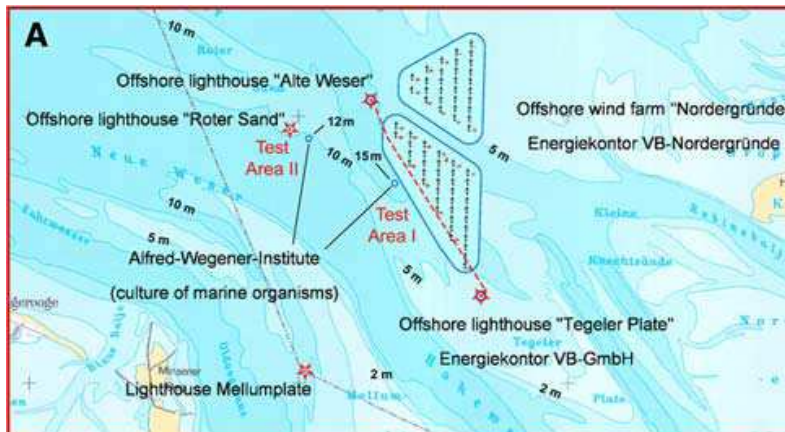
Lyme Regis (golfhoogte: tot 6m tijdens stormen, stroomsnelheid: tot 0.45 m/s, diepte: tot 30m?) In januari 2010 is een vergunning afgegeven voor "Offshore Shellfish Ltd" om een pilot studie te doen in Lyme Bay, Devon. Uiteindelijk zullen longlines uitgespannen worden over een gebied van 15.4 km². Mossels zullen worden opgekweekt tot consumptieformaat. Gehoopt wordt op een productie tot 10 miljoen kg mosselen per jaar en een generatietijd van twee jaar (<http://www.worldfishing.net/news101/offshore-mussel-farm-lease-granted>).

Ierland

Aan de zuidwest kust van Ierland worden mosselen gekweekt op verschillende locaties die op basis van hun golfhoogte en directe blootstelling aan de Atlantische oceaan off shore genoemd kunnen worden, hoewel ze vaak op minder dan een km van de kust liggen (Persoonlijke communicatie, Terence O'Carroll, BIM). Een van de oudste locaties in outer Bantry Bay kan 200.000 kg per jaar produceren. Longlines beneden 15 m geven een vertraagde groei. Verschillende typen systemen zijn getest (Smart farm en ondergedompelde longlines). Longlines die 1-3 m onderwater zaten bleken het meest succesvol. Voor een dieper gelegen longline (5m) was het schip niet voldoende toegerust (presentatie Moving Mussels Offshore by T. Daly; http://www.offshoreaqua.com/proceedings/ioaw_proceedings.html?phpMyAdmin=5907236a9229a138bb65fe9cac7b1f39).

Denemarken

In Denemarken bestaat sinds 2008 MarBioShell. Dit is een netwerk van het Deense agentschap voor Wetenschap Technologie en Innovatie (<http://marbioshell.biology.sdu.dk/>). Het project loopt tot 2013. Doel is het bevorderen van mosselproductie met een verwachte jaaropbrengst in de Grote Belt van 50-100 miljoen kg in 2020. Daarnaast wordt momenteel een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden van het combineren van windmolenparken met schelpdierproductie (Stenberg, 2010). Resultaten hiervan zijn nog niet bekend. De studie maakt gebruik van experimenten en modelberekeningen.



Figuur 3. Kaart van de zuidelijke Duitse Bocht. Het vergrootte deel laat testgebied No. I, "Nordergründe", en testgebied No. II "Roter Sand" zien. Geplande windmolenparken zijn ook aangegeven (uit Buck 2007b)

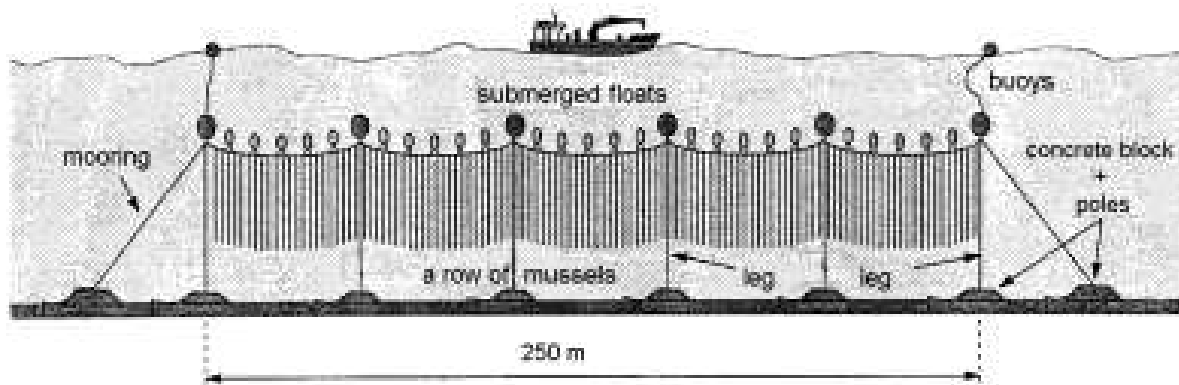
Frankrijk

Middellandse zee aan de kust van Languedoc-Roussillon (diepte 20-30m, golfhoogte tot 10m tijdens stormen, stroomsnelheid tot 1.5 m/s, binnen de 3-mijl zone).

Languedoc-Roussillon

In de Middellandse zee zijn sinds 1977 offshore installaties gebruikt. Van 1982-'87 zijn in een experimentele fase aanpassingen gedaan om systemen aan te passen aan zee-condities (Fig. 4). Tussen 1987 en 1992 is productie gemaximaliseerd tot 10 miljoen kg mosselen, zijn kleine exploitanten gegroepeerd, is een collectief merk (Moules de Pleine Mer) opgezet en is er subsidie gekomen (Mille & Blachier 2009). Zowel mosselen als oesters worden offshore gekweekt aan longlines op vier locaties in de Middellandse zee (Sète-Marseillan, les Aresquiers, Vendres en Gruissan) op een totale oppervlakte van 4500ha. Productie in de Middellandse zee is na 1995 gekelderd door aanhoudende predatie van dorade

royale (*Sparus auratus*). Geschat wordt dat dorade tot 50% van de productie van 2001 weggenomen heeft. Productie leverde 10 miljoen kg aan mossels op in 1995, en 5 miljoen kg in 2004 (Mille & Blachier 2009). In 2008 was er een vergunning afgegeven voor 1190 longlines met een lengte van ieder 250m.

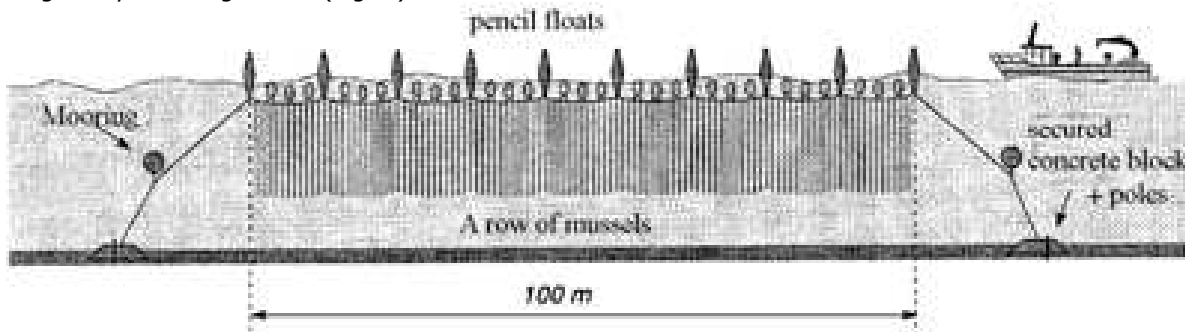


Figuur 4. Constructie longlines Languedoc-Roussillon (uit Mille & Blachier 2009)

Pertuis-Breton

Atlantische zee kust bij Pertuis-Breton (diepte 8-18m, in estuarium; beschut)

In het westen (Pertuis-Breton) is al ervaring opgedaan sinds 1986 met (onder andere) longlines. Na 1988 is door tegenvallende resultaten met andere systemen doorgedaan met alleen longlines (240 stuks in 1991). Op deze locatie is de productie voornamelijk gericht op de vangst van mosselzaad met longlines en verdere opkweek op plots ten noorden van île de Ré (Mille & Blachier 2009). Er wordt op dezelfde manier ook gebruik gemaakt van grotere (3-4cm) mossels. In Pertuis-Breton worden andere longline systemen gebruikt (Fig. 5).



Figuur 5. Constructie longlines Pertuis-Breton (uit Mille & Blachier 2009)

De productie cyclus varieert van 4 tot 12 maanden, afhankelijk van de grootte van de geogste mosselen.

Italië

In Italië worden mosselen gekweekt in de golf van Trieste (strip van 15 km bij 600m), de golf van Manfredonia (60ha in gebruik 200ha vergunning), en Taranto (230ha). (golfhoogte tot 4 m tijdens stormen, diepte 10-30m, 1-3mijl uit de kust). Het is een kleinschalige productie door familie bedrijven, 6 maanden offshore (mosselzaadinvang) en 1 jaar opkweek. Productie in Italië is in 1996 geschat tussen 10-12 miljoen kg jaar (Mille & Blachier 2009).

Nieuw-Zeeland

Twee baaien aan de oostkust van het Noorder Eiland van Nieuw Zeeland zijn geselecteerd voor off-shore mossel productie (Cheney et al, 2010). De locatie in de Bay of Plenty is 3.800 ha groot en bevindt zich 8 km uit de kust en 9 km van de dichtstbijzijnde haven. De diepte is 30 m tot 50 m. De locatie in Hawke's

Bay is 2.100 ha groot, is 6 km uit de kust en 16 km van een haven verwijderd. Monitoring van de groeipotentie van Greenshell™ mosselen (*Perna canaliculus*), toxisch fytoplankton, seston, water temperatuur, wind en golven, stromingen, bodemdieren en aangroei aan de mosselen en installaties is uitgevoerd van 2003-2008. Stroming was maximaal 50 cm/s en golfhoogte tot 4 m in Hawke's Bay en 30 cm/s en 3 m in de Bay of Plenty. De gemiddelde tijd om tot consumptieformaat te groeien was 372 dagen voor de Bay of Plenty en 487 dagen voor Hawke's Bay. De bodem onder de test sites was slechts licht beïnvloed door biodepositie van mossel feces. Aangroei van andere organismen dan mosselen was veel lager dan in de kustzone. Beide locaties hebben nu een vergunning. In eerste instantie zullen Greenshell™ mosselen worden gekweekt aan ondergedompelde long-line systemen waarbij een productie wordt nagestreefd van 15 miljoen kg per jaar van beide locaties tezamen. Het broed zal in een hatchery worden geproduceerd. Op termijn zullen ook andere soorten zoals oesters en st Jacobsschelpen worden geproduceerd.

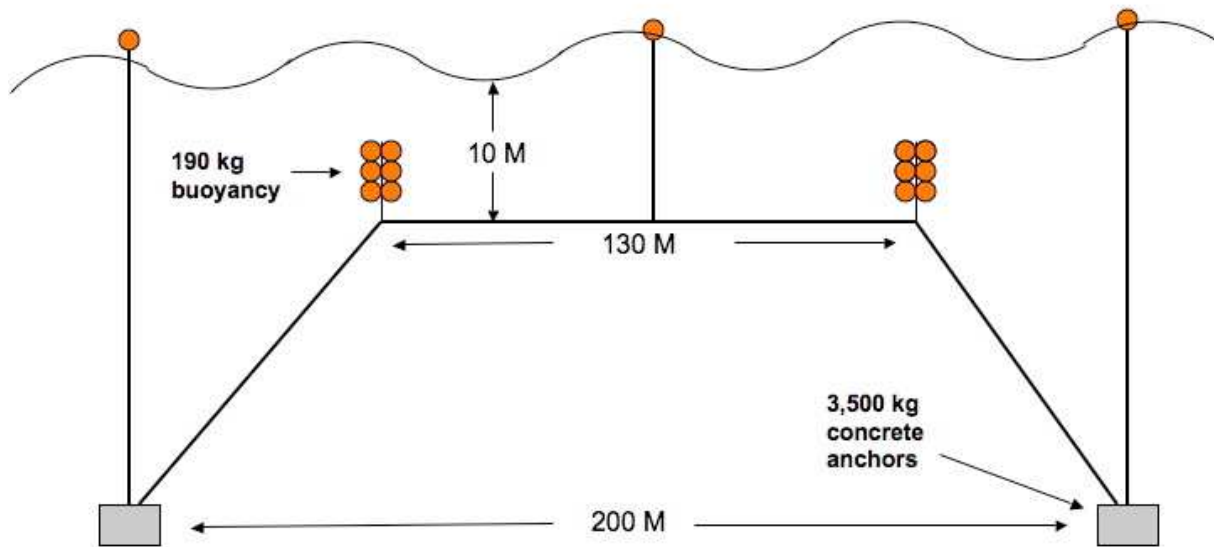


Figuur 6. Volwassen mosselen op 15 m diepte (uit Cheney et al, 2010).

Verenigde Staten

In 1998 is de Universiteit van New Hampshire het *Open Ocean Aquaculture Demonstration Project* gestart. Doel van het project was een evaluatie van systeem ontwerpen, apparatuur en materiaal, en biologische productie in een open zee omgeving, en het geven van informatie aan toekomstige ondernemers over technologie, methoden en economische gegevens die nodig zijn voor het starten van een commerciële kwekerij. De proeven worden uitgevoerd in het noordoosten van de VS met een verzonken long-line systeem (Fig. 7). De locatie ligt 10 km uit de kust van New Hampshire in het westelijke deel van de Gulf of Maine. Maximale golfhoogte is 9 m, de diepte is 52 m (Langan & Horton, 2003). In 1999 zijn twee longlines van 130 m geïnstalleerd. De groei was goed, in 13 maanden van broedval tot consumptieformaat (55-mm) met vleesgewichten van 42-58%. De levensduur van de constructie werd geschat op 7-10 jaar. Een technische uitdaging was het vinden van boeien die intact bleven beneden 20 m diepte. Onderhoud aan de lijnen was moeilijk bij windsnelheden groter dan 35 km/h en golfhoogtes groter dan 2 m. De oogst was 5400 kg per lijn. Een economische analyse liet zien dat met 100 longlines 600.000 kg mosselen kan worden geproduceerd voor US\$ 0.55 per kg (Hoagland et al, 2003). In 2005 is een vergunning afgegeven voor een locatie met een capaciteit van 90.000 kg. Deze is verder opgeschaald tot 225.000 kg in 2008 (presentatie The US experience in Offshore Farming by R. Langan;

http://www.offshoreaqua.com/proceedings/ioaw_proceedings.html?phpMyAdmin=5907236a9229a138bb



Figuur 7. Een schema van een ondergedompelde longline voor de kweek van mosselen op open zee. De stabiliteit wordt veroorzaakt door de tegenovergestelde krachten van de boeien aan de uiteinden van de longline en de ankerlijnen die een hoek van 45° met de bodem maken (uit Langan, in press).

Voor de kust van New England werken onderzoekers van het Woods Hole Marine Biological Laboratory en lokale vissers samen aan een experiment waarbij mosselen off shore worden gekweekt (Daley, 2010). Na een lang vergunningenproces zijn in 2009 vier pilots gestart op 3 mijl afstand van de kust. Er wordt gebruik gemaakt van longlines die zich 10 m onder het wateroppervlak bevinden. Problemen waar men tegenaan loopt zijn de verankering en het uitbalanceren van het drijfvermogen. Er moeten voldoende boeien aanwezig zijn om te voorkomen dat de lijnen naar de bodem zakken, maar weer niet zoveel boeien dat de lijnen te dicht bij het oppervlakte komen waar galven en stormen voor schade kunnen zorgen. De mosselen zijn geleverd aan lokale restaurants en waren niet geïnfecteerd met het erwtenkrabbetje. In nearshore gebieden is dit wel het geval, daarom zijn de offshore pilots ingezet.

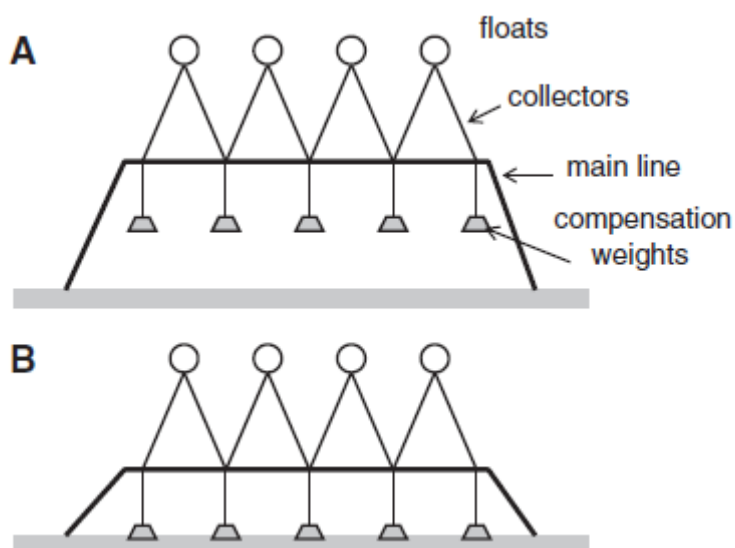
In Californië, 1.2 km uit de kust bij Santa Barbara, ligt een off-shore kwekerij van 28 ha voor de kweek van de Middellandsezee mossel (*Mytilus galloprovincialis*) (Cheney et al, 2010). De kwekerij bestaat uit twaalf longlines van 137 m die 6 m onder het wateroppervlak geplaatst zijn parallel aan de kust in 24 tot 27 m diep water. De dichtstbijzijnde haven is 6.5 km verwijderd. De kwekerij wordt het gehele jaar door 2-4 dagen per week bezocht. Golfhoogte is maximaal 6 m. Mossellarven uit een hatchery vestigen zich in tanks op touwen. Deze touwen worden daarna naar de kwekerij getransporteerd. Elke longline kan tot 6,800 kg mosselen bevatten, dus de totale productie is 81.600 kg. Consumptieformaat wordt in 10 maanden bereikt. Er is nauwelijks aangroei op de mosselen of de installatie. Predatie door duikeenden is een probleem in februari. Zij eten mosselen tot 50 mm en kunnen tot 10 m diep duiken. Verlaging van de longlines tot 15 m onder het wateroppervlak lost dit probleem op. Er zijn geen interacties tussen de kwekerij en zeezoogdieren geobserveerd.

Canada

De Golf van st. Lawrence /baai van Cascapédia, Quebec (diepte 18m, golfhoogte tot 1.5 m, stroomsnelheid tot 0.25 m/s).

Lachance-Bernard et al. (2010) berichten over een proef uitgevoerd van oktober 2003 tot juli 2007 met een 'zelf-gereguleerde' longline, 1.5 tot 2km uit de kust. In tegenstelling tot traditionele longlines werd de longline (160m, 80 collectoren met ieder een boei) hier toegestaan om naar de bodem te zinken als het gewicht het drijfvermogen van de boeien overschreed. Bij een traditionele longline wordt de horizontale hoofdlijn drijvend gehouden met boeien en hangen de touwen met mosselen onder de hoofdlijn. Bij een 'zelf-gereguleerde' longline zit de hoofdlijn onder de touwen met mosselen. De touwen worden drijvend gehouden door boeien daarboven (Fig. 8). Tijdens de proef werd d.m.v. metingen van de drijfhoogte van de longlines, de populatie dynamica van mossels en vooral de zelfuitdunning van mossels die plaatsvindt op de longlines onderzocht.

Bilodeau et al. (2008) hebben een bioeconomische analyse uitgevoerd op dezelfde opstellingen in de baai van Cascapédia en bepaald of deze methoden economisch rendabel kunnen zijn. Bij een opbrengst van 7 kg per m is dit het geval. Een voordeel van dit type longline kan zijn dat de longline niet periodiek bezocht hoeft te worden om de populatie uit te dunnen. Dit bespaart geld. Als nadeel wordt genoemd dat er een groter variëteit aan groottes aanwezig is op de longline en dat groei gehinderd kan worden. Echter, de overpopulatie en beperkte groei zijn geen obstakels gebleken in het behalen van winst. Wel bepalend voor de opbrengst was het materiaalgebruik in de constructies, zowel voor het opkweken van zaad als de opstelling van de installatie. Zo bleek het voor de winst noodzakelijk om te voorkomen dat de kweeklijnen de bodem zouden kunnen raken en zo een deel van de productie zou verliezen.



Figuur 8. 'Zelf-gereguleerde' longline met hoofdlijn (main line), collector touwen (collectors), boeien (floats) en gewichten die compenseren voor de groei van de mosselen (compensation weights). In A wordt zaad ingevangen, in B is het zaad uitgegroeid tot consumptieformaat mosselen en zit de longline dieper in het water. Uit: Lachance-Bernard (2010).

Samenvatting

De meest gebruikte techniek bij de off-shore teelt van mosselen is ondergedompelde longlines. De omstandigheden in de Nederlandse Noordzee zijn extreem, zowel wat betreft maximale golfhoogte als

wat betreft maximale stroming (Tabel 1). Dit zijn echter wel omstandigheden waaronder ondergedompelde longlines met succes zijn gebruikt (zie Languedoc-Roussillon en New Hampshire).

Tabel 1. Overzicht fysische omstandigheden uit voorbeelden in vergelijking met omstandigheden in Nederlandse Noordzee. nd = geen gegevens. * Uit Reeds Nautical Almanac 2009.

Gebied	diepte	golfhoogte tot	stromingsnelheid (tijdens springtij) tot	Opbrengst per jaar
Nederlandse Noordzee	11-40m	8m	2m/s	nd
Belgische Noordzee	7-11m	5m	2m/s	300.000 kg
Duitse Bocht	12-15m	6.46m	1.52m/s	1.2 miljoen kg (voorspelling)
UK	-30m	6m	0.45m/s	10 miljoen kg (voorspelling)
Ierland (Bantry Bay)	nd	nd	nd	200.000 kg
Denemarken	nd	nd	nd	50-100 miljoen kg (voorspelling)
Frankrijk (Languedoc-Roussillon)	20-30m	10m	1.5m/s	5-10 miljoen kg
Frankrijk (Pertuis-Breton)	8-18m	nd	nd	nd
Italië	10-30m	4m	-	10-12 miljoen kg
Nieuw-Zeeland	30-50m	3-4m	0.3-0.5m/s	15 miljoen kg (voorspelling)
VS (New Hampshire)	52m	9m	0.92m/s*	225.000 kg
VS (Californië)	-27m	6m	nd	81.600 kg
Canada (baie de Cascapédia)	18m	1.5m	0.25m/s	nd

3. Succesfactoren en knelpunten

Uit de ervaringen op andere locaties zijn verscheidene factoren die tot een succes of falen van een project hebben geleid te herleiden. Ook kunnen (bio)economische knelpunten worden geïdentificeerd.

Succes/Faalfactoren offshore installaties

Zowel voor de mosselzaadinstallaties als de mosselkweekinstallaties zijn twee factoren van hoofdbelang voor het slagen van de installatie: broedval en groei van mossels op en aan de installaties. In het ILVO-rapport van Van Nieuwenhove (2008) worden de factoren die invloed hebben op broedval (spatval) opgesomd. Deze factoren omvatten aspecten van locaties (zoals diepte, beschermingsgraad, zoutgehalte, stroomrichting en temperatuur). Ook zijn factoren als intraspecifieke concurrentie en de dichtheid van de al aanwezige broedval, en predatie van belang. Groei van mossels wordt door verschillende biologische factoren beïnvloed: voedselaanbod en de aanwezigheid van contaminanten, en parasieten (Buck 2007a). Aangenomen wordt dat mossels aan offshore installaties veel minder last hebben van parasieten dan bijvoorbeeld de mossels op inshore percelen, omdat offshore minder contact plaatsvindt met een vector/overdrachtspopulatie. Echter, of dit verschil in stand blijft als offshore installaties frequenter bezocht worden door vissersschepen is onduidelijk.

Verder wordt het succes van de mossel(zaad)-oogst beïnvloed door de aanwezigheid van fysische invloeden zoals vaarroutes en het doorkruisen van de installaties als mede schade door storm. Ook kan de oogst tegenvallen doordat door veel broedval en snelle groei en gebrek aan houvast hele groepen geclusterde mossels van de installatie vallen. Het uitbalanceren van het drijfvermogen van ondergedompelde systemen is lastig.

Samenvattend uit de verzamelde literatuur blijken voor een succesvolle offshore onderneming nodig te zijn:

- voldoende stevige constructie van installatie om weer, gebruik en doorvaart te weerstaan (Buck 2007b)
- voldoende uitgebalanceerd drijfvermogen (Daley, 2010)
- voldoende broedval (Van Nieuwenhove 2008)
- voldoende groei (Langan & Horton, 2003)
- geen overmatige aangroei van andere organismen (Cheney et al, 2010)
- geen overmatige predatie (Mille & Blachier 2009)
- geen vervuiling (contaminanten of parasieten, Buck 2007a, Van Nieuwenhove 2008)
- voorkomen van verlies door mosselen die van de touwen af vallen (Mille & Blachier 2009)
- betrouwbare en robuuste oogstmethode (Cheney et al, 2010)
- goede afspraken en duidelijke markering om doorvaart te voorkomen (Buck 2007b, Van Nieuwenhove 2008)
- infrastructuur (Reijs et al, 2008)
- kapitaalkrachtige stakeholders/participanten (Reijs et al, 2008)

Economische knelpunten

Storm en vaarroutes hebben consequenties voor de economische haalbaarheid van offshore installaties. Hoe zwaarder en frequenter de stormen, hoe robuuster de installaties en duurder de schepen nodig om te oogsten. Hoe frequenter de schade van het doorkruisen van installaties, hoe duidelijker de markering van de installaties moet zijn. Ook kan eventuele controle en handhaving van vaarroutes extra kosten met zich mee brengen.

Aan de ene kant zijn een snelle groei en goede broedval vereisten voor een succesvolle oogst. Aan de andere kant kunnen deze gunstige biologische omstandigheden vooral bij mosselkweekinstallaties extra investeringen eisen om verliezen te beperken. Zo kan gedacht worden aan en frequenter bezoek van vissersschepen en/of installaties of materialen die broedval beperken, of longlines die zelf-regulerend zijn (Bilodeau et al. 2008; Lachance-Bernard et al. 2010).

Buiten dat frequenter bezoek van schepen voor onderhoud en oogst een verhoogde kans op parasieten geeft, zullen deze schepen ook zo uitgerust moeten worden dat ze onder wisselende weersomstandigheden deze werkzaamheden kunnen uitvoeren.

Bovendien is de afstand tot een haven bepalend voor de kosten die gemaakt worden om te oogsten en te onderhouden. Daarnaast is afstemming van het schip op de omvang van de installatie van belang. Zo veel mogelijk oogsten op een dag werkt kostenbesparend (Cheney et al, 2010).

4.Experiment mosselzaadinvang en/of kweek op de Noordzee

Het overzicht van ervaringen wereldwijd met offshore installaties voor mosselteelt laat zien dat mosselteelt in het Nederlandse deel van de Noordzee in principe mogelijk moet zijn. Het meest beproefde systeem is een ondergedompeld long-line systeem. In verband met de maximale golfhoogte zit de horizontale hoofdlijn 10 m onder het wateroppervlak (zie figuur 7). De lengte van de touwen waaraan de mosselen worden gekweekt is maximaal 10 m. Dit houdt in dat de mosselen op een diepte van 10-20 m worden geteeld. Een succesvol experiment moet aan de volgende biologische, fysische en economische randvoorwaarden voldoen.

Biologische factoren

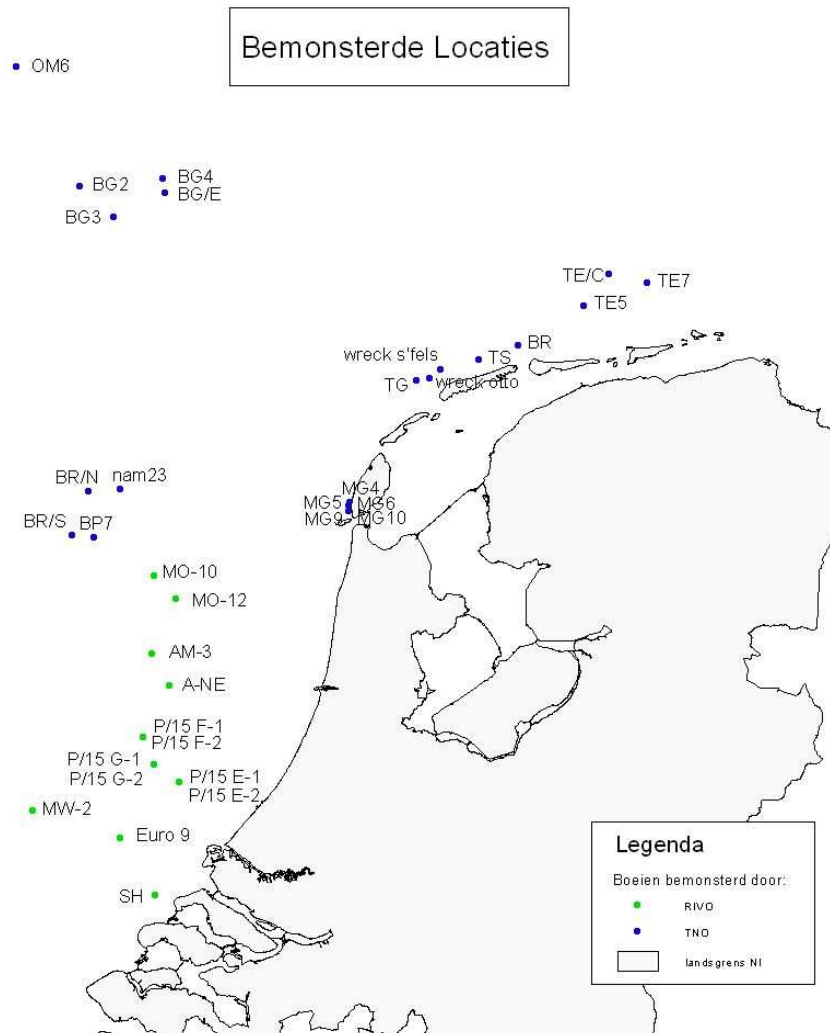
- Broedval: In de periode november 2004 en juli 2005 zijn monsters genomen van mosselen op boeien en bijbehorende ankerkettingen in de Noordzee (Steenbergen et al, 2005 en Fig. 9). Op alle kettingen werden mosselen aangetroffen in de eerste 5 meter. De kettingen van boeien BP7 A3, BR/S B9, BR/N C13, NAM23, D18P/15 F-1, P/15 F-2, P/15 G-1 hadden ook nog mosselen op 10 m diepte en de kettingen van boeien TE/C J37, TE7 K41, TE5 L44 (boven Schiermonnikoog), en BG2 F24, BG3 G27, BG/E I34 (Botney Grounds) ook nog op 20 m diepte. Deze laatste locaties zijn dus het meest geschikt voor een ondergedompeld systeem.
- Goede groei: Dit wordt bereikt wanneer er genoeg fytoplankton aanwezig is. De studie van Steenbergen et al (2005) geeft geen goed inzicht in de groei van de mosselen omdat de boeien niet allemaal op het zelfde moment zijn schoongemaakt (begin tijdstip) en bemonsterd (eind tijdstip). Informatie over de diepte verspreiding van chlorofyl kan een indruk geven van de voedselbeschikbaarheid op 10-20 m diepte. De standaard monitoring van Rijkswaterstaat betreft het oppervlakte water (<http://live.waterbase.nl>) er zijn geen gegevens op diepte beschikbaar. Dit dient per potentiële locatie gemeten te worden.
- Weinig predatie: Hierover is nog geen informatie beschikbaar.
- Toxische algen onder de norm: Deze worden jaarlijks gemonitord door Koeman & Bijkerk op verschillende locaties in de Noordzee (Fig. 10). Er zijn geen locaties waar de grenswaarden nooit zijn overschreden (Koeman et al, 2006). De afwezigheid van toxische algen is vooral van belang op het moment van oogsten voor consumptie. Daarnaast dient een monitoring programma voor voedselveiligheid ingericht te worden wanneer geproduceerd wordt.
- Toxische stoffen onder de norm: Rijkswaterstaat monitort verschillende anorganische en organische microverontreinigingen (<http://live.waterbase.nl>).
- Ziektes en parasieten onder de norm: Hierover is nog geen informatie beschikbaar.
- Geen significante effecten op de omgeving: Dit betreft effecten op de bodem (als gevolg van depositie van feces en pseudofeces), de draagkracht (als gevolg van filtratie door mosselen), zeezoogdieren en vogels zoals duikeenden (als gevolg van het aanwezig zijn van de installaties en de scheepsbewegingen van, naar en bij de installaties). Hierover is nog geen informatie beschikbaar, maar studies in andere gebieden geven aan dat de effecten zeer klein tot afwezig zijn (Cheney et al, 2010). Dit zal echter per gebied verschillend zijn.

Fysische factoren

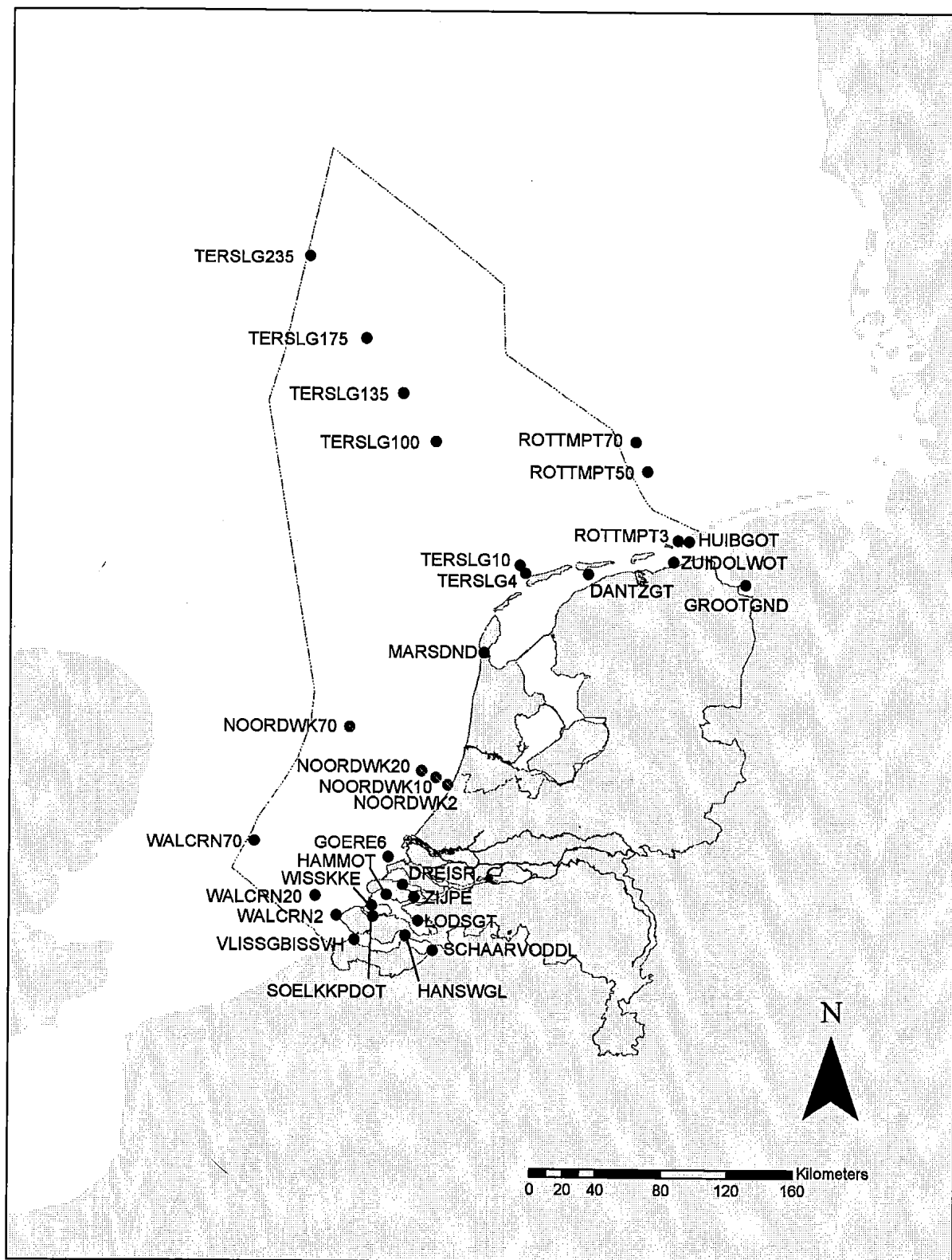
- Diepte, golfhoogte en stroming, maar ook heersende windrichting bepalen welk type systeem gebruikt kan worden. De ondergedompelde longlines lijken het meest geschikt (Langan & Horton, 2003). Bij een ondergedompeld systeem zit de horizontale hoofdlijn op minimaal 10 meter diepte. Dit in verband met de maximale golfhoogte. Om dan voldoende ruimte daaronder te houden voor de mossel touwen en speling i.v.m. getijhoogten dient de locatie dieper dan 20 meter te zijn (Fig. 11).

Beleidsfactoren

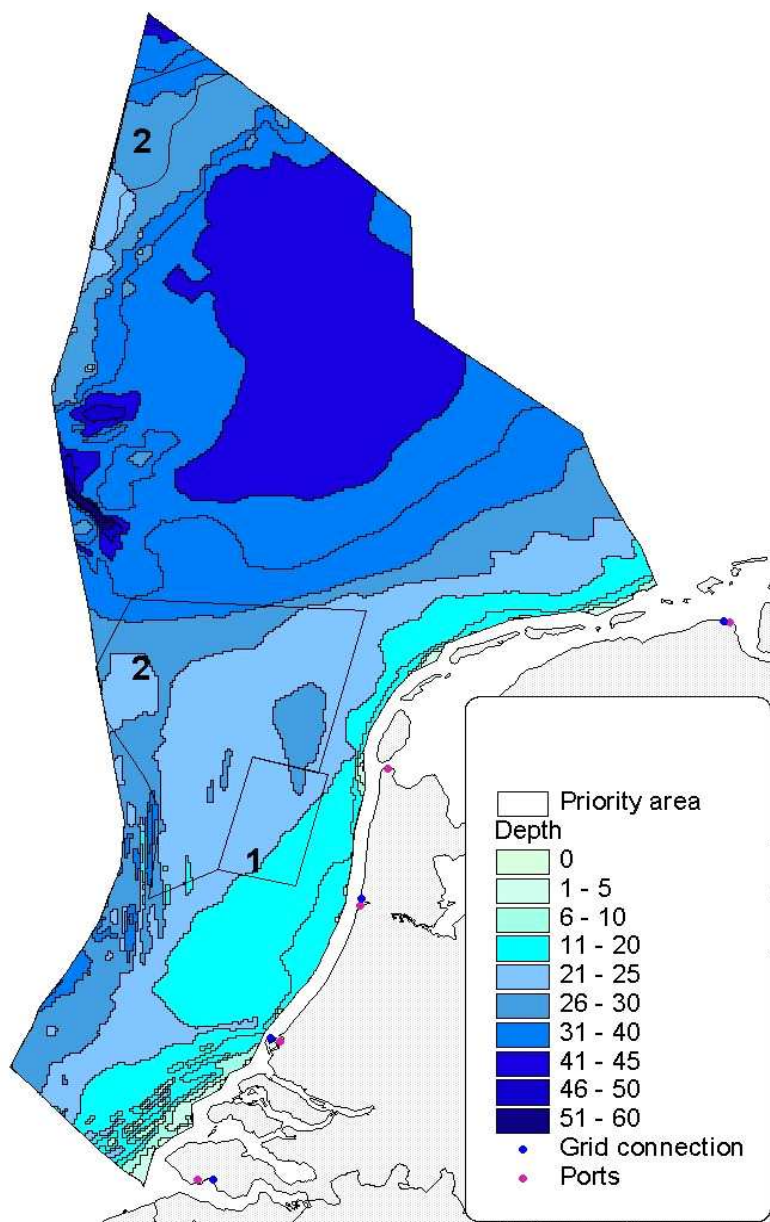
- De ligging van de locatie wordt verder bepaald door de wettelijke kaders (vergunningen). De verschillende gebruiksfuncties van het Nederlands Continentaal Plat (o.a. scheepvaart, zandwinning, visserij) zullen de plaatsing van MZI's op open zee beperken (Fig. 12) (Reijs, 2008). Daarnaast kan plaatsing buiten een vaarroute schade als gevolg van door varen beperken. Een vergunning voor transport van het zaad van de Noordzee naar de productiegebieden (Waddenzee en Oosterschelde) is noodzakelijk. Er is geen vergunning voor transport nodig van de Voordelta Noordzee naar de Oosterschelde. Momenteel wordt verplaatsingsbeleid gemaakt voor de verplaatsing van de Noordzee naar de Waddenzee. Als de installatie groter is dan 0,5 ha dan zal er ook een Milieu Effectrapportage moeten worden opgesteld.



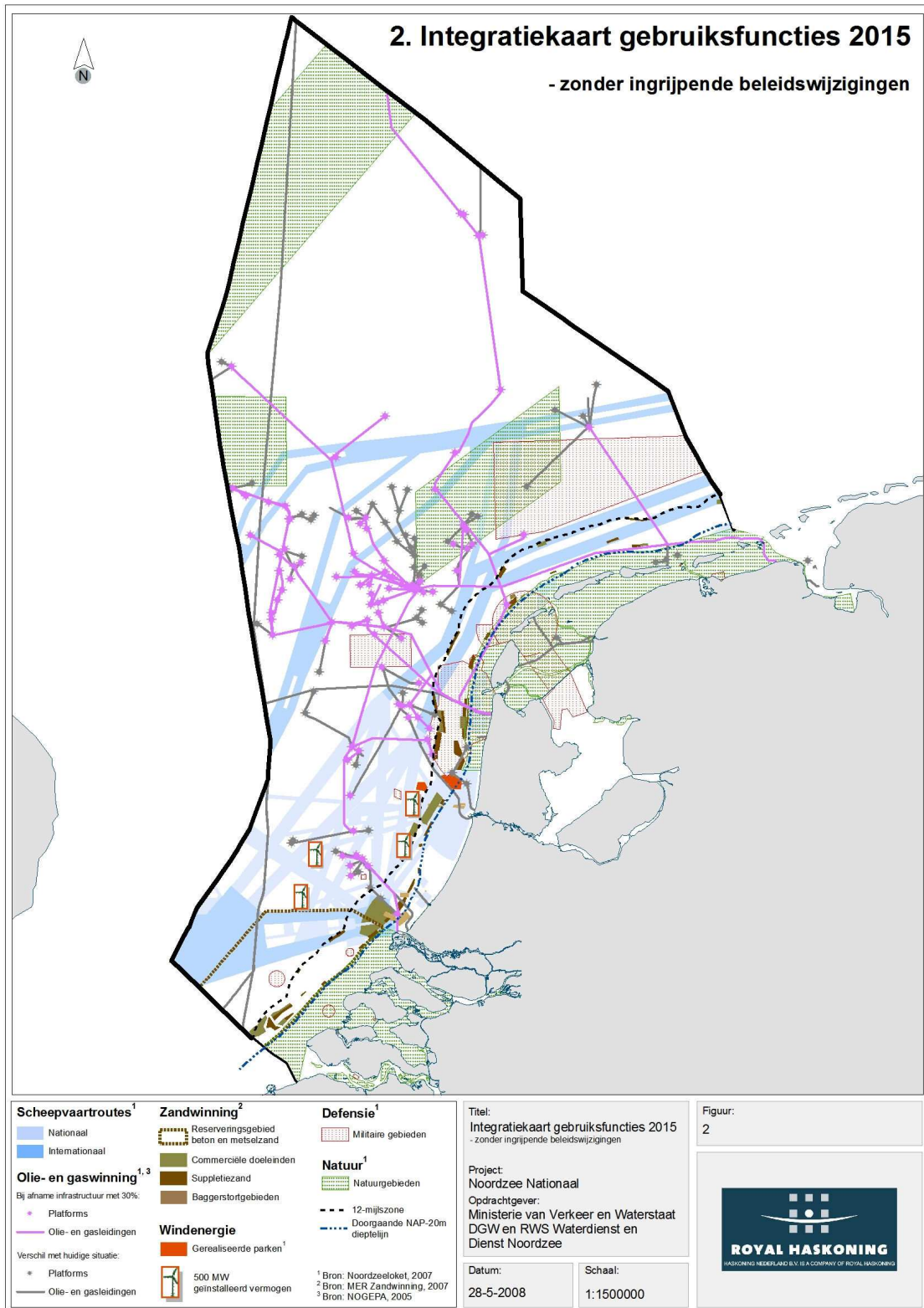
Figuur 9. Overzicht van bemonsterde locaties. Uit: Steenbergen et al, 2005.



Figuur 10. Monsterlocaties van het fytoplankton monitoringsnetwerk. Uit: Koeman et al, 2006.



Figuur 11. Zeedieptekaart Nederlandse Exclusieve Economische Zone. De gebieden 1 en 2 geven voorkeursgebieden aan voor off-shore windenergie. Deze voorkeuren worden niet meer gehanteerd. Bron: RWS.



Figuur 12. Gebruiksfuncties 2015. Bron: Royal Haskoning.

Economische factoren

- **Economische haalbaarheid:** De economische haalbaarheid van MZI's op open zee is afhankelijk van de investeringen in het systeem, de jaarlijkse kosten en opbrengsten. De economische haalbaarheid van mosselteelt op open zee is door Hoagland et al (2003) en Buck et al (2010) onderzocht. In Hoagland et al (2003) worden de bedrijfseconomische aspecten van het long-line systeem beschreven zoals deze door Langan & Horton (2003) is ontwikkeld. Uitgangspunt van dit systeem is dat in een periode van tien jaar tijd er jaarlijks 60 long lines met mosselen worden geoogst, waarbij de hoeveelheid mosselen per long line jaarlijks groeit. De totale investeringen voor dit systeem bedragen 1,2 miljoen dollar. De investering in long lines wordt geraamd op 10.000 dollar waarna er per long line jaarlijks 1.700 dollar wordt uitgetrokken voor onderhoud. Andere kosten betreffen het gebruik van het schip, oogstinstallatie en personeelskosten aan boord en voor de organisatie aan de wal. Bij het gehanteerde rekenmodel wordt uitgegaan van een verkoopprijs van 120 dollarcent per kilo consumptiemosselen, terwijl de productiekosten tussen de 40 en 60 dollarcent moeten uitkomen. Hierbij wordt ervanuit gegaan dat er vanaf het vierde jaar een positieve cash flow is, en dat de investeringen in het zesde jaar terug verdiend kan worden (Hoagland et al, 2003). Het dient in ogenschouw genomen te worden dat deze informatie uit 2003 komt en daardoor gewijzigd kan zijn. Bilodeau et al (2008) berekende de economische haalbaarheid voor longlines, waarbij mosselzaad na invang zonder versokken opgroeit tot consumptieformaat. Versokken betekent dat het zaad wordt geoogst en daarna in een lagere dichtheid opnieuw aan de touwen bevestigd met behulp van netten (sokken). Er werd een vergelijking gemaakt van drie verschillende technieken: 'zelf-gereguleerde' longlines met twee groottes van boeien (volume 16 of 40 liter) en de klassieke longline methode. Alleen gebruik van boeien van 40 liter gaf een netto winst. De klassieke methode is rendabeler wanneer er wel versokt wordt.
Buck et al (2010) beschrijven de economische haalbaarheid van een mosselweek systeem in een windmolenpark in de Duitse Bocht. De werking van het systeem wordt beschreven in Buck (2007b). In het windmolenpark worden vier plots met een oppervlak van 49 hectare per plot geïnstalleerd. Hierbij wordt gestreefd om per plot 121 long lines te kunnen oogsten, wat een biomassa van 1.2 miljoen kg aan mosselzaad per plot moet opleveren. Bij het installeren van het systeem bedragen de investeringen 835.500 euro per plot. Omdat de long lines een geschatte levensduur van vier jaar hebben moeten deze investeringen elke vier jaar opnieuw gedaan worden. De levensduur van de boeien is zes jaar terwijl de ankers na tien jaar vervangen moeten worden. Omdat de omstandigheden op de Noordzee extremer zijn dan in de huidige productiegebieden is een schip nodig dat de fysische omstandigheden aan kan. De mosselproductie is afhankelijk van het uitbalanceren van de lijnen. Werk aan het drijfvermogen moet daarom onder ruwe omstandigheden kunnen worden uitgevoerd. Als op een cruciaal moment in de groeifase een locatie een aantal weken niet bezocht kan worden vanwege slecht weer bestaat het risico dat de gehele oogst verloren gaat. Waarschijnlijk moet een nieuw schip met bijbehorende motor aangeschaft worden. Ook moet worden geïnvesteerd in faciliteiten op het land. Met deze faciliteiten wordt vooral de opslagruimte voor apparatuur en materialen bedoeld. Hier kunnen ook herstelwerkzaamheden aan de installatie worden uitgevoerd. Bij de resultaten wordt onderscheidt gemaakt tussen de productie van mosselzaad en de productie van consumptiemosselen, en wel of geen investeringen in een nieuw schip en faciliteiten op het land. De productie van mosselzaad waarbij geïnvesteerd wordt in een nieuw schip en faciliteiten op het land is niet rendabel. Wanneer deze investeringen achterwege worden gelaten zou de productie wel winstgevend zijn. Productie van consumptiemosselen is in beide gevallen wel rendabel.
- **Marktvraag:** De hoogte van de kostprijs van mosselzaad of consumptiemosselen zal mede bepalend zijn voor de marktvraag. De analyse van Buck et al (2010) geeft break-even prijzen van 49 eurocent per kg consumptiemosselen met investering in nieuw schip en faciliteiten op land en 34 eurocent per kg consumptiemosselen zonder investering in nieuw schip en faciliteiten op land. Voor mosselzaad worden voor de twee verschillende situaties break-even prijzen van respectievelijk 52 en 37

eurocent per kg mosselzaad berekend. Bij de break-even prijs van consumptiemosselen wordt uitgegaan van een oogst van 10 kg per meter long line, terwijl dat voor mosselzaad een oogst van 5 kg per meter long line is. Daarnaast heeft de productie van consumptiemosselen een langer tijdsbestek waardoor de terugverdientijd van de investeringen langer is. Mosselzaad kan sneller geoogst worden waardoor de terugverdientijd korter is en de kostprijs dus ook wat hoger zal liggen. De calculatie van Hoagland et al (2003) komt uit op 40-60 dollarcent/kg consumptiemosselen, wat naar schatting overeenkomt met 30-45 eurocent/kg (1 dollar = 0.75 eurocent). Van Oostenbrugge et al (2009) berekenen bij de economische haalbaarheid van MZI's in de kustwateren een kostprijs van 53 eurocent/kg mosselzaad. Het is op dit moment nog lastig in te schatten wat de marktvraag naar mosselzaad en consumptiemosselen van MZI's op open zee zal zijn.

De bovengenoemde voorbeelden geven aan dat de economische haalbaarheid afhangt van de aannames in rekenmodellen (inschattingen van kosten, de terugverdientijd van de gedane investeringen en het rentepercentage) en de omvang van het systeem. Ook de aanschaf van een nieuw schip en oogstinstallatie is van invloed op de kostprijs van het mosselzaad. Aangezien de timing van de oogst van het mosselzaad erg nauw luistert, is het van belang een stormbestendig schip te hebben. De visserij in het algemeen zal mogelijk in de toekomst veranderen in het gebruik van multifunctionele schepen. Schepen zullen voor meerdere doeleinden worden uitgerust en ingezet.

- Afstand van locatie tot haven: Volgens het overzicht van bemonsterde locaties (Steenbergen et al, 2005 en Fig. 8) zijn de boeien op de locaties BG en TE het meest geschikt voor een ondergedompeld long-line systeem. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met de vaarafstand tussen deze locaties en een haven (bv. Den Helder of Den Oever) en bijbehorende (brandstof)kosten. In bovenstaande studies van Hoagland (2003), Bilodeau et al (2008) en Buck (2010) waren de afstanden tot een haven respectievelijk 10 km, 3 km en 30 km. Alle locaties waren dus dichterbij dan de BG en TE locaties (zie figuur 9).

Stappenplan experiment

1. Selectie zoekgebieden: minimaal 20 m diep, geen andere gebruiksfuncties.
2. Opzetten van een consortium bedrijf, of cluster van bedrijven, dat pilot wil uitvoeren. Aansluiten bij bestaande consortia en initiatieven.
3. Monitoring, aan bestaande boeien in zoekgebied, van broedval en groeipotentie van mosselen op 10-20m diepte, evenals aanwezigheid van toxische stoffen, parasieten en ziektes in mosselen en aanwezigheid toxische algen.
4. Informatie verzamelen over economische factoren (investeringskosten, kosten plaatsing, onderhoud en oogst installatie, kostprijs product, marktwaarde product).
5. Bereiken van consensus over proeflocatie en gecombineerde uitvoering.
6. Ontwerp van proef installatie.
7. Aanvragen vergunning voor plaatsen proef installatie.
8. Aanpassen schip en oogstinstallatie.
9. Constructie en plaatsing van proef installatie.
10. Monitoring, aan proef installatie, van broedval en groeipotentie mosselen, aanwezigheid van toxische stoffen, parasieten en ziektes in mosselen en aanwezigheid toxische algen.
11. Opstellen van een business case (met de economisch doorrekening van mogelijkheden).
12. Bij positief resultaat proef opschalen tot praktijkschaal.

De totale duur van dit stappenplan wordt geschat op 5 jaar. Samenwerking met andere gebruikers, zoals windmolenparken, kan gunstig zijn voor het bundelen van krachten. Kosten van investeringen en vergunningaanvragen kunnen bijvoorbeeld gedeeld worden. Voor een eerste experiment met een proefinstallatie lijkt het echter beter om niet uit te gaan van een combinatie. Dit omdat dan mogelijke

andere factoren (zoals het verkrijgen van medewerking van eigenaren van windmolenparken) het testen van het systeem in de weg kunnen staan.

5. Conclusie

- Welke experimenten met mosselzaadinvang en/of kweek op open zee lopen wereldwijd onder vergelijkbare omstandigheden? Het moet daarbij gaan om concrete experimenten, op pilotschaal, d.w.z. met een bedoelde oogst van tenminste 10.000 kg mosselzaad of volwassen mosselen op jaarbasis.
Het overzicht van ervaringen wereldwijd met offshore installaties voor mosselteelt laat zien dat er enkele voorbeelden van commerciële installaties zijn. Wat opvalt is dat, in vergelijking met deze kweeklocaties, de omstandigheden in de Nederlandse Noordzee ongunstig zijn, zowel wat betreft maximale golfhoogte als wat betreft maximale stroming. Dit zijn echter wel omstandigheden waaronder mosselen met succes zijn geteeld. De meest geschikte techniek bij de off-shore teelt van mosselen is ondergedompelde longlines.
- Welke van deze experimenten hebben relevante perspectieven en wat zijn de kritische succesfactoren en randvoorwaarden hierbij? Welke experimenten zijn niet gelukt en zo ja, wat is het toegepaste criterium en wat zijn de faalfactoren?
Voor een succesvolle offshore mosselkweek onderneming in de Nederlandse Noordzee zijn nodig: een gebied van minimaal 20 m diep zonder andere gebruiksfuncties; een voldoende stevige constructie van installatie om weer, gebruik en doorvaart te weerstaan; voldoende uitgebalanceerd drijfvermogen; voldoende broedval; voldoende groei; geen overmatige aangroei van andere organismen; geen overmatige predatie; geen vervuiling (contaminanten of parasieten); voorkomen van verlies door mosselen die van de touwen af vallen; een betrouwbare en robuuste oogstmethode, goede afspraken en duidelijke markering om doorvaart te voorkomen.
- Welke technische en/of economische knelpunten dienen nog te worden opgelost? Is hier uitzicht op? Zo ja, op welke termijn?
Economische haalbaarheidsstudies geven aan dat de productie van mosselzaad waarbij geïnvesteerd wordt in een nieuw schip en faciliteiten op het land niet rendabel is. Wanneer deze investeringen achterwege worden gelaten zou de productie wel winstgevend zijn. Productie van consumptiemosselen is in beide gevallen wel rendabel. Geschatte break-even prijzen zijn 30-49 eurocent per kg voor consumptiemosselen en 37-53 eurocent per kg mosselzaad.
- Kunnen één of meer van deze experimenten gebruikt worden als model voor de mosselzaadinvang en/of kweek op de Noordzee? Zo ja, wat is het economisch perspectief bij opschaling tot praktijkschaal?
Een pilot kan meer inzicht geven in de biologische, fysische en economische factoren op een geschikte locatie. Bij een positief resultaat kan de proef worden opgeschaald tot praktijkschaal.

Dankwoord

Graag bedanken wij de volgende personen die ons van relevante informatie hebben voorzien: Bela Buck, Marcel Frechette, Richard Langan, Kris van Nieuwenhoven en Terence O'Carroll,

Kwaliteitsborging

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. 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.

Referenties

- Bilodeau F., M. Lachance-Bernard, J.R. Wilson & M. Frechette (2008). Étude de la rentabilité de la production de moules sur collecteur autogéré à Carleton, Québec. Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 282.
- Buck BH (2004) Farming in a high energy environment: potentials and constraints of sustainable offshore aquaculture in the German Bight (North Sea). PhD-Thesis, University of Bremen (Germany)
- Buck BH, Thielges DW, Walter U, Nehls G, Rosenthal H (2005) Inshore-offshore comparison of parasite infestation in *Mytilus edulis*: Implications for open ocean aquaculture, Journal of applied Ichthyology 21(2): pp 107-113
- Buck, B.H. (2007a) Farming in a high energy environment: potentials and constraints of sustainable offshore aquaculture in the German Bight (North Sea). Berichte zur Polar- und Meereforschung 543 (2007)
- Buck, B.H. (2007b) Experimental trials on the feasibility of offshore seed production of the mussel *Mytilus edulis* in the German Bight: installation, technical requirements and environmental conditions. Helgol Mar Res (2007) 61:87-101
- Buck, B.H., M.W. Ebeling, T. Michler-Cieluch (2010) Mussel cultivation as a co-use in offshore wind farms: potential and economic feasibility. Aquaculture Economics & Management 14:255-281
- Cheney D, Langan R, Heasman K, Friedman B, Davis J (2010) Shellfish Culture in the Open Ocean: Lessons Learned for Offshore Expansion. Marine Technology Society Journal 44: 55-67
- Daley B. 2010. Farm-raised mussels pass first local test. Globe Newspaper Company
- Hoagland, P., H.L. Kite-Powell & D. Jin, 2003. Business planning handbook for the ocean aquaculture of blue mussel. Final Report to the Cooperative Institute for New England Mariculture and Fisheries (CINEMAR). <http://cinemar.unh.edu>.
- Holmyard J (2008) Potential for Offshore Mussel Culture. Shellfish News, Issue No.25 Spring Summer 2008

Ilvo-site "mosselteelt"

<http://www.ilvo.vlaanderen.be/NL/Onderzoek/Visserij/Aquacultuur/Duurzameschelpdierkweek/Mosselteelt/tabid/4445/language/nl-BE/Default.aspx>

Kamermans P. en M.C.J. Verdegem Inventarisatie stand van zaken mosselkweek op open zee (2004)
RIVO Rapport C039/04.

Koeman, R.P.T., C.J.E. Brochard, K. Fockens, A.L. de Keijzer-de Haan, G.L. Verweij, R. van Wezel, G.J. Berg & P. Esselink (2006). Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute wateren 2005.
Rapport 2006-046.

Lachance-Bernard et al. 2010. Biomass-density relationships and self-thinning of blue mussels (*Mytilus* spp.) reared on self-regulated longlines. *Aquaculture* 308 (2010) 34-43.

Langan R (in press). Mussel Culture: Open Ocean Innovations.

Langan R, Horton F (2003) Design, operation and economics of submerged longline mussel culture in the open ocean. *Bull. Aquac. Assoc. Can.* 103, 11-20

Mille & Blachier (2009) Mutation conchylicoles. Etat des lieux et perspectives de development des productions en eau profonde a l'automne 2008. *Agria Report* febr. 2009.

Reijs Th.A.M., R.W.A. Oorschot, M. Poelman, J. Kals, I. Immink (2008) Aquacultuur op open zee. TNO rapport 2008-D-R1048/A

Ryan J (2004) Farming the Deep Blue. Report of an offshore aquaculture conference. 6-7 October 2004, Limerick (Ireland)

Steenbergen J., M.C.J. Verdegem, J.J. Jol, J. Perdon, P. Kamermans, V.G. Blankendaal, A.C. Sneekes, A.G. Bakker, H. van 't Groenewoud, G. Hoornsman (2005) Verkenning van mogelijkheden voor mosselteelt op open zee & een mosselkansenkaart voor de Noordzee. RIVO-rapport nr. C088/05

Stenberg, C., M. Christoffersen, C. Krog, P. Mariani & P. Dolmer (2010). Offshore wind farms and their potential for shellfish aquaculture and restocking. *ICES ASC Abstract* O12.

Van Nieuwenhove K. (2008). Studie naar de commercialisering van de Belgische off-shore hangmosselcultuur. WP3. Uitbreiding van schelpdierproductiegebieden. ILVO-rapport Mei 2008

Van Oostenbrugge, J.A.E., B.J. Keus, J.G.P. Smit (2009) Economische effecten van MZI's op de visserijsector. LEI Rapport 2009-105.

Verantwoording

Rapport C021/11
Projectnummer: 4308301005

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: Marnix Poelman
Onderzoeker

Handtekening: 

Datum: 3 februari 2011

Akkoord: Birgit Dauwe
Afdelingshoofd Delta

Handtekening: 

Datum: 3 februari 2011