

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
E-mail: visserijonderzoek.asg@wur.nl
Internet: www.rivo.wageningen-ur.nl

Centrum voor
Schelpdier Onderzoek
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

Rapport

Nummer: C088/05

Verkenning van mogelijkheden voor mosselteelt op open zee & een mosselkansenkaart voor de Noordzee

RIVO: J. Steenbergen, M.C.J. Verdegem, J.J. Jol, J. Perdon en P. Kamermans
TNO: V.G. Blankendaal, A.C. Sneekes, A.G. Bakker, H. van 't Groenewoud, G. Hoornsman

Opdrachtgever: Stichting We@Sea
T.a.v. Dhr. C. Westra
Postbus 1
1755 ZG Petten



Project nummer: 3281268005
We@sea projectnummer: 2004-001

Akkoord: H. vd Mheen
Clusterleider zeecultuur en visteelt

Handtekening: _____

Datum: december 2005

Aantal exemplaren: 15
Aantal pagina's: 45
Aantal tabellen: 7
Aantal figuren: 18
Aantal bijlagen: 1

Deze studie werd uitgevoerd en meegefinancierd in het kader van het Bsik-programma: "Large-scale windpower generation offshore", van het consortium We@Sea (www.we-at-sea.org).

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit. Wij
zijn geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr.
34135929
BTW nr. NL 811383696B04.

De Directie van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV; opdrachtgever vrijwaart het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV 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 van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting	4
1 Inleiding.....	6
2 Voorbeelden van mosselkweek op open zee	7
2.1 Pilot projecten buiten Europa	7
2.1.1 Pilot projecten in de Verenigde Staten	7
2.1.2 Projecten in Canada	9
2.1.3 Pilot project in Nieuw Zeeland	9
2.2 Pilot projecten in het Middellandse zee gebied	10
2.2.1 Frankrijk	10
2.2.2 Italië.....	10
2.3 Pilot projecten op de Noordzee.....	11
2.3.1 België	11
2.3.2 Duitsland	12
2.3.3 Nederland	13
2.3.4 Ierland en UK.....	14
2.4 Haalbaarheidsstudies	14
2.4.1 Verenigde Staten	14
2.4.2 Canada	16
2.4.3 Nieuw Zeeland	16
2.4.4 Duitsland	17
2.4.5 Nederland	18
2.5 Conclusies	18
3 Biologische knelpunten mosselcultuur rond open zee	20
3.1 Voedselbeschikbaarheid & productie	20
3.2 Waterkwaliteit	21
3.3 Toxische algenbloei.....	21
3.4 Predatie	22
3.5 Reproductie & fouling.....	22
3.6 Conclusies	23
4 Voorkomen van mosselen in de Noordzee	24

4.1	Inleiding	24
4.2	Materiaal en methoden.....	25
4.2.1	Bemonsterde locaties	25
4.2.2	Oppervlaktebemonstering.....	26
4.2.3	Verwerking van de monsters.....	27
4.2.4	Analyse van de monsters.....	27
4.3	Resultaten boeien	28
4.3.1	Biomassa op de boeien.....	28
4.3.2	Aantallen mosselen	29
4.3.3	Lengteverdeling.....	30
4.3.4	Kwaliteit.....	31
4.4	Resultaten kettingen en rok	32
4.4.1	Aantallen.....	33
4.4.2	Biomassa.....	33
4.4.3	Kwaliteit.....	33
4.5	Conclusies	37
5	Discussie	39
5.1	Mosselkansenkaart.....	39
5.2	Haalbaarheid.....	40
6	Literatuur	43
	Bijlage 1	45

Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van de huidige stand van zaken in de wereld omtrent mosselkweek op open zee. Daarnaast wordt, op basis van het voorkomen van mosselen, aangegeven welke locaties in het Nederlandse deel van de Noordzee potentieel geschikt kunnen zijn voor mosselkweek en/of mosselzaad invang. Mosselteelt op open zee staat duidelijk nog in de kinderschoenen. De meeste informatie is beschikbaar via onderzoeksinstellingen en universiteiten, niet via commerciële bedrijven. Een aantal bedrijven is wel gestart met mosselteelt op open zee, maar er zijn geen voorbeelden gevonden van reeds meerdere jaren draaiende commerciële mosselculturen op open zee. De voorbeelden laten wel zien dat het technisch mogelijk is om op kleine schaal mosselen te kweken onder omstandigheden die vergelijkbaar zijn met omstandigheden op de Noordzee.

De ontwikkeling van mosselkweek op open zee vraagt een innovatieve stap. Hiervoor is andere expertise nodig dan die aanwezig is bij de huidige kweekpraktijk in Nederland. De ruwe omstandigheden op de Noordzee vereisen offshore technologie. Het mogelijke toekomstig succes van open zee mosselteeltbedrijven zal heel sterk locatie gebonden zijn. Onzekerheden mbt spat- en zaadproductie, stormrisico's, duurzaamheid van materialen, het vroegtijdig loslaten van groeiende mosselen van de touwen en predatie, pleiten voor het geleidelijk ontwikkelen van kwekerijen, waarbij een locatie eerst op pilot schaal wordt getest. Naast de technologische drempels die moeten worden overwonnen is het ook belangrijk dat wordt nagedacht hoe conflicten tussen verschillende gebruikers van de Noordzee (scheepvaart, zandwinning, visserij) voorkomen kunnen worden.

De meeste onderzoeken tonen aan dat mosselteelt op open zee technisch mogelijk is, maar de economische haalbaarheid is nog zeer onduidelijk, vooral omdat innovatieve technologie nodig is. In Nederland kan een pilotproject van 3 à 4 jaar, dat liefst op verschillende locaties wordt uitgevoerd, meer duidelijkheid verschaffen. Het is belangrijk dat tijdens de pilot fase ook aandacht wordt geschonken aan het opzetten van een werkbare en controleerbare regelgeving. Pas na een dergelijk pilotproject kan een uitspraak worden gedaan over de potentie voor mosselteelt op open zee in de Noordzee.

In deel twee van deze rapportage is een mosselkanskaart voor de Noordzee ontwikkeld op basis van veldmetingen van boeien in de Noordzee. Op deze kaart wordt aangegeven welke locaties potentieel goed zijn voor mosselkweek en/of mosselzaadinvang. Een eerste inventarisatie op basis van begroeiingen van boeien in de Noordzee toont aan dat mosselen in de hele Noordzee voor kunnen komen. In sommige gebieden kwamen meer mosselen voor op

de boeien dan in andere. Wat groei betreft blijkt ook dat op sommige boeien mosselen erg snel zijn gegroeid. Kwaliteit van mosselen is uitgedrukt in percentage vleesgewicht. Ondanks dat de kwaliteit van mosselen over de verschillende seizoenen wisselend en in niet in dezelfde seizoenen is bemonsterd, kon met behulp van de vleespercentages een redelijk goede indicatie van kwaliteit worden gegeven. Om geschiktheid van locaties voor de kweek van mosselen of de invang van mosselzaad vast te stellen zullen op beoogde locaties meer specifieke bepalingen naar geschiktheid voor mosselkweek moeten worden gedaan.

1 Inleiding

De realisatie van 6000 Megawatt aan offshore windenergieparken in het Nederlandse deel van de Noordzee in 2020, zal een grote ruimtelijke claim leggen, maar biedt tevens kansen voor de ontwikkeling van andere gebruiksfuncties op open zee, zoals bijvoorbeeld mosselkweek. Wereldwijd vindt de teelt van mosselen voornamelijk plaats in beschutte kustgebieden. In Nederland zijn dat in hoofdzaak de Waddenzee en Oosterschelde. Er bestaat momenteel veel interesse in de teelt van mosselen in open zee, hoofdzakelijk vanwege de toenemende druk op het gebruik van kustwateren voor transport, recreatie, energiewinning, natuur, visserij en aquacultuur. Zo zouden door het verplaatsen van mosselteelt naar open zee, vogelbestanden in de ondiepe kustgebieden zich op een meer natuurlijke wijze kunnen ontwikkelen.

Dit project is een project in het kader van het BSIK programma We@Sea: 'Large-scale wind power generation offshore, towards an innovative and sustainable business'. Binnen dit programma worden vragen beantwoord die bestaan bij de verschillende partijen die offshore windenergie ontwikkelen. Eén van de vragen die beantwoord moet worden is in hoeverre offshore windenergie gecombineerd zou kunnen worden met andere gebruiksfuncties (zie ook het We@Sea project Multifunctionaliteit van Windmolenparken; inventarisatie van mogelijkheden en knelpunten). Mosselcultures rond open zee windmolenparken leveren een bijdrage aan de multifunctionaliteit van windmolenparken, en kunnen de kosten van de exploitatie van een windmolenpark in open zee reduceren. De ontwikkeling van mosselkweek op open zee vraagt een innovatieve stap. Hiervoor is andere expertise nodig dan momenteel aanwezig in Nederland en Europa. De ruwe omstandigheden op de Noordzee vereisen offshore technologie.

Doel van deze rapportage is om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor mosselkweek in de Noordzee en de mogelijke combinatie van mosselkweek met windenergie. Hiertoe wordt allereerst de huidige stand van zaken in de wereld betreffende mosselkweek op open zee belicht door middel van een literatuurstudie. Zowel de invang van mosselzaad, als het opkweken tot consumptieformaat worden behandeld. Waar mogelijk wordt aangegeven of het om een wetenschappelijk pilot project gaat of een commercieel bedrijf. De omstandigheden waaronder kweek plaatsvindt worden vergeleken met de omstandigheden op de Noordzee. Tevens wordt gekeken naar de mogelijkheden die offshore windmolenparken zouden kunnen bieden voor mosselkweek in de Noordzee. Vervolgens is een mosselkanskaart voor de Noordzee ontwikkeld op basis van veldmetingen. Op deze kaart wordt aangegeven welke locaties potentieel goed zouden kunnen zijn voor mosselgroei.

2 Voorbeelden van mosselkweek op open zee

De in literatuur en op internet gevonden gegevens zijn niet altijd duidelijk met betrekking tot de gebruikte methode, de mogelijke opbrengsten, de moeilijkheden en risico's, de kosten of de economische haalbaarheid. Het was ook moeilijk een duidelijke grens te trekken tussen open zee omstandigheden zoals geldend op de Nederlandse Noordzee, en relatief beschutte locaties in baaien, fjorden, havens, enz. In dit rapport staat "open zee" synoniem voor "open zee omstandigheden zoals geldend op de Noordzee".

2.1 Pilot projecten buiten Europa

2.1.1 Pilot projecten in de Verenigde Staten

Gedurende het laatste decenium steeg in de Verenigde Staten de interesse naar mogelijkheden voor grootschalige teelt van mosselen in open zee. Twee pilot projecten werden opgezet in 1998:

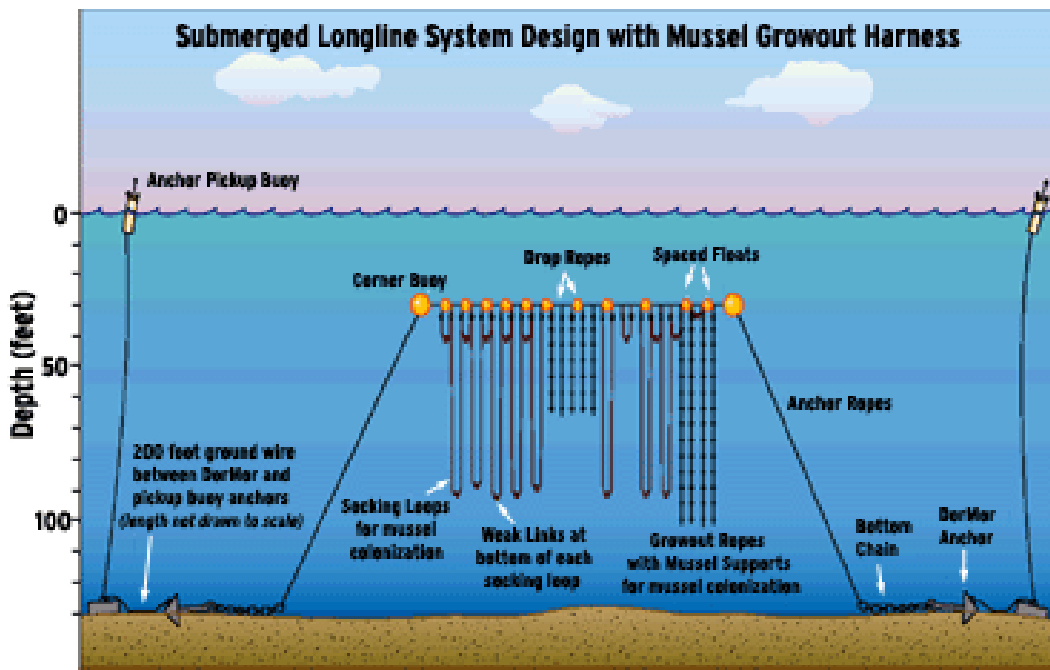
- "Rhode Island Sound" door onderzoekers van Woods Hole Oceanographic Institute (WHOI)
- "Isles of Shoals" in het westelijk gedeelte van de Golf van Maine door onderzoekers van New Hampshire University.

In beide gevallen worden onder water "long lines" gebruikt waaraan verticale touwen hangen voor productie. Mosselen (blue mussel) van hoge kwaliteit groeien van zaad tot consumptiemossel in 10-14 maanden. Er wordt op gewezen dat de groei op de touwen in open zee sneller is dan in estuarine kustwateren. Tijdens de zomermaanden groeide 10-20 mm zaad uit tot > 5 cm in 5 maanden. Tijdens de koudere maanden (oktober – mei) groeiden de mosselen in 7 maanden gemiddeld 4-5 mm per maand. Zie ook figuren 2.1 tot en met 2.4. De projecten richten zich vooral op analyse van de economische haalbaarheid, selectiecriteria voor geschikte teelt-locaties, een continue verfijning van de teelttechniek, commerciële bedrijfsvoering en verkoopstrategieën. Tot op heden werden geen negatieve invloeden van teelt gemeten op het mariene ecosysteem. De experimenten werden uitgevoerd 6 km uit de kust.

De behaalde onderzoeksresultaten waren veelbelovend, op basis waarvan momenteel een overstap wordt gemaakt naar commerciële teelt. De ontwikkeling wordt gestimuleerd door een nieuwe wet (april 2005) voorgesteld door de Bush administratie die de ontwikkeling van marine aquacultuur mogelijk zal maken. Deze 'national offshore aquaculture bill' zal de 'Secretary of Commerce' de bevoegdheid geven voor het uitschrijven van vergunningen voor het opzetten en uitbaten van mariene aquacultuur in federale wateren binnen de 3-200 mijls zone.

Voor het project in New Hampshire heeft er een technologie transfer plaatsgevonden naar de Yankee en Portsmouth vissers coöperatieve, en werd mosselzaad uitgezet voor commerciële productie. Meer informatie is beschikbaar via Dr. Richard Langan (rlangan@cisunix.unh.edu).

Bronnen: www.whoiedu, www.oa.unh.edu.



Figur 2.1. Een offshore mossel longline met uitgroei harnas. Parallele touwen hangen in bogen aan een onderwater gespannen de longline. Aan de onderkant van de bogen zijn zwakke schakels gemaakt om zeezoogdieren die verstrikt raken te laten ontsnappen. De longline zit onder het wateroppervlak om schade door golven te voorkomen. Bij inspectie en oogst wordt de lijn opgehesen. Extra drijfvermogen wordt toegevoegd als de mosselen door groei in gewicht toenemen. Aparte oppervlakte boeien markeren de locatie. www.whoiedu



Figur 2.2. Inspectie van de longline na 8 1/2 maand op zee. De 3 cm dikke longline is sterk begroeid geraakt met mosselzaad en hydroïdpolypen. www.whoiedu



Figuur 2.3. Mosselzaad 3 weken na het sokken van de lijn. De katoenen sok is al vergaan. www.oaa.unh.edu



Figuur 2.4. Close-up van de mosselen na enkele maanden groei. www.oaa.unh.edu

2.1.2 Projecten in Canada

Op verschillende locaties langs de Canadese kust worden mosselen geteeld, meestal op beschermde plaatsen. In gebieden met ijsvorming langs de kust gedurende de winter, vriezen mosselen dood aan het oppervlak. Daarom worden mosselen gekweekt aan “long lines” enkele meters onder het oppervlak. De gebruikte ophangstelsel van de “long lines” is vergelijkbaar met het ophangstelsel toegepast bij de Amerikaanse open zee systemen, al wordt minder zwaar materiaal gebruikt. In Brunswick, wordt tevens geëxperimenteerd met kweek van mosselen in open zee. Ook hierbij werd gebruik gemaakt van longlines zoals hierboven beschreven. De eerste mosselen konden worden geoogst in 2004. Deze oogst was lager dan verwacht, maar dit was het gevolg van een aantal fouten die zijn gemaakt. Verwacht wordt dat het nog 2 a 3 jaar zal duren om alle problemen op te lossen.

Bronnen: www.gnb.ca/0168/openwater.pdf, [Atlantic Business Magazine - Online](#)

2.1.3 Pilot project in Nieuw Zeeland

Het Cawthron Instituut voerde samen met een aantal aquacultuur bedrijven en een lokale Maori stam een pilot project uit in Hawke's Bay aan de oostkust van het Noorder Eiland. Het onderzoeksgebied is 30-50 m diep en 5 km van de kust verwijderd. Het project is gestart in juli 2003 door oceanografische meetapparatuur te installeren en groeiproeven uit te voeren. In 2004 werden de eerste long lines geplaatst. De longlines bevonden zich onder water met een

afstand van 100 m tussen de lijnen. Bij de proef is geen mosselzaad ingevangen, maar werd mosselzaad uit de traditionele wingebieden gebruikt. Het verkrijgen van de benodigde vergunningen was redelijk makkelijk in verhouding tot vergunningen voor proeven in kustgebieden. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door vroegtijdig overleg met de verschillende belangengroepen.

Bronnen: persoonlijke communicatie met de heren M. Gibbs en H. Kaspar en www.cawthron.org.nz

Een commerciële bedrijf Napier Mussels Ltd verkreeg een licentie voor de ontwikkeling van 2548 ha mariene aquacultuur in open zee. Een eerste longline werd uitgezet in februari 2005. Het opkweken van broed tot consumptiemossel zal naar verwachting 12-15 maanden duren.

Bron: www.kahungunu.iwi.nz/sections/iwi_development/whatwedo/6about_wedo.html

2.2 Pilot projecten in het Middellandse zee gebied

Schelpdierproductie in het Middellandse zee gebied is gedurende lange tijd beperkt tot de lagunes. Deze gebieden zijn gemakkelijk bereikbaar, maar zeer gevoelig voor verstoringen. Daarom zijn er vanaf de jaren '50 (twintigste eeuw) verschillende initiatieven ontstaan voor de kweek van mosselen op open zee.

De eerste installaties werden 50 jaar geleden in Italië gemaakt in de Golf van Trieste. Een meer serieuze poging is rond 1976 in Frankrijk gedaan. *Mytilus galloprovincialis* is de belangrijkste soort die wordt gekweekt. Ook in Spanje, Griekenland en Turkije worden initiatieven opgestart voor de offshore productie van mosselen.

2.2.1 Frankrijk

De Languedoc-Roussillon regio produceert off-shore tussen de 8000 en 10.000 ton mosselen per jaar op een totaal mosselproductie van 60.000 ton mosselen. De mosselen worden 1 tot 3 mijl vanuit de kust geproduceerd. Dieptes variëren van 10 tot 30 meter. De bodem is zand/silt (Danioux *et al.*, 2000).

2.2.2 Italië

De off-shore productie in Italië wordt geschat op 10.000 tot 12.000 ton per jaar. Voor de Italiaanse situatie is deze schatting moeilijker te maken omdat binnen de sector geen onderscheid wordt gemaakt tussen de offshore geproduceerde mosselen en de kustregio geproduceerde mosselen. Offshore productie gebeurt in de Golf van Trieste en de golf van Manfredonia. De mosselen worden 0.3 mijl (Trieste) en 2 mijl (Manfredonia) uit de kust geproduceerd. Dieptes variëren van 10-30 meter. De bodem is zand/silt (Danioux *et al.*, 2000).

2.3 Pilot projecten op de Noordzee

2.3.1 *Belgie*

In april 1999 startte het bedrijf Ship Technics een project met als doel de mogelijkheid te onderzoeken om op een voordelige en winstgevende manier mosselen te kweken op de Noordzee. Het project werd medegefinancierd door de Europese Unie (40%) en het Vlaams Gewest (40%). De wetenschappelijke begeleiding, als mede de coördinatie tussen de verschillende instanties werd uitgevoerd door het Departement Zeevisserij. Het wetenschappelijk deel bestond uit het opvolgen van de broedval, groei en het nagaan van de kwaliteit (bacterieel, zware metalen, pesticiden en PCBs) van de mossel in volle zee. Een hangmosselcultuur werd 22 km uit de kust voor Nieuwpoort geplaatst. De constructie bestond uit een hoofdkabel met een lengte van 200 m, waaraan om de meter oogstlijnen bevestigd werden met een lengte van 5 m waardoor pegs werden gestoken. In het totaal werden 6 dergelijke systemen uitgezet in een beboeid gebied (gesloten zone, geen doorvaart toegelaten). Op 31 december 1999 waren de mosselen gemiddeld 4.4 cm groot. Kenmerkend was dat er totaal geen aangroei was van zeepokken of andere dieren en wieren. Verder was de mossel minder gedrongen dan de Zeeuwse mossel, maar leek eerder op de mossel uit de Waddenzee. Het totale gewicht van de mosselen bedroeg gemiddeld 8.5 kg per oogstlijn, met een vleespercentage van 22%. De productie bij deze proef was niet optimaal en 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 schepen door het gebied heen gevaren, waarbij de lijnen losgerukt werden en verloren zijn gegaan. 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.

In 2000 veranderde de co-financiering (25% Europese Unie en 25% Vlaams Gewest) en werd in samenspraak met het Loodswezen en de Dienst voor Zeevisserij geopteerd voor een ander gebied ongeveer 10 km uit de kust. Het feit dat op deze plaats een wrak ligt, een kleine diepgang heeft en is bebakend met een kardinaal boei, maakt dat dit gebied niet gebruikt kan worden voor het vissen en dat doorvaart niet is toegelaten. Dit maal werden de oogstlijnen ondergebracht in een frame, dat drijvende werd gehouden door een vlotter. Elke constructie bevatte ongeveer 450 m oogstlijn. Uit de proeven bleek dat een stevige verankering noodzakelijk is evenals sterke bevestiging van de vlotter aan de kooi. Eind november werd van één van de installaties ongeveer 25 kg mosselen geoogst voor onderzoek en een smaaktest. De mosselen waren toen gemiddeld 3.6 cm groot met een gewicht van 4.5 g. In maart 2001 was de aangroei van mosselen toegenomen tot ongeveer 21 kg per m oogstlijn en hadden de

mosselen in 10 maanden tijd een gemiddelde lengte van 5 cm bereikt. Onderzoek naar de kwaliteit van de mosselen toonde aan dat de concentratie aan zware metalen, pesticiden en PCBs onder de normen liggen en op dat gebied veilig zijn voor consumptie.

In 2001 werd op dezelfde plaats een nieuw hangmosselcultuurpark gebouwd. Een systeem (20 stuks) bestond uit een hoofdkabel met een lengte van 100 m en om de meter een oogstlijn van 5 m die diende voor de opvang van het mosselzaad. Daarna werden de jonge mosselen verwijderd van de oogstlijnen en in kousen ondergebracht in een frame. Ook hier hebben doorvaart 19 van de 20 touwinstallaties vernield. De kweekexperimenten werden vanaf 2002 voortgezet zonder co-financiering. In die periode werden monsters gecontroleerd op bacteriële contaminatie. Ook hier liggen de concentraties ver onder de normen opgegeven door de EU. Ondanks de vele moeilijkheden (voornamelijk schade door het doorvaren van het gebied), is duidelijk gebleken dat de biologische en chemische omstandigheden in volle zee voor de Belgische Kust gunstig zijn voor hangmosselcultuur.

bronnen: persoonlijke communicatie de heer D. Delbare en www.dvz.be/aquaculture.htm

2.3.2 Duitsland

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. In 2003 is de longline vernietigd door doorvaart van een visserschip. Zie ook figuur 2.5 en 2.6.

Bronnen: Luiten (2004), persoonlijke communicatie de heren B. Buck en U. Walter, www.awi-bremerhaven.de en www.terramare.de/terramare/musscult2.htm



Figuur 2.5. Anker stenen voor longlines. www.awi-bremerhaven.de



Figuur 2.6. Longline voor het uitzetten. www.terramare.de/terramare/musscult2.htm

2.3.3 *Nederland*

Windparkontwikkelaar E-Connection is in 2001 gestart met een pilot project betreffende mosselzaadinvang in windmolenparken. Daarbij werd het substraatnet vanaf de zeeoppervlakte tot 10 m diep om de fundatiepaal van een windmolen heen gehangen. De zeediepte bedraagt circa 20 m. De substraten worden in april opgehangen en eind augustus/begin september geoogst door het substraat af te borstelen. De oogst van de turbinepaal bedroeg 5.000-10.000 kg. Bij 60 palen zou de productie 300.000-600.000 kg kunnen zijn. In samenwerking

met Van Stee Survey& Supply is een aantal zaadinvangsubstraten getest bij palen in de zee. De test heeft geleid tot de keuze van 1 bepaald substraat. E-Connection wil ook een tweede methode testen waarbij ca. 10 m lange stroken substraat tussen de palen van de windmolens worden gehangen aan horizontale drijflijnen.

Bron: persoonlijke communicatie de heer H. den Boon.

De heer P. Buizer van Mosselkweek in Open Zee heeft een dobber-opstelling ontwikkeld, die bestand is tegen zeer ruwe omstandigheden en waaraan mosselen kunnen gekweekt worden. Het systeem bestaat uit rechtopstaande drijvende palen die onderaan via een longline met elkaar verbonden zijn. De longline gaat aan weerszijden met kettingen naar de verankering. In 2003 is de opstelling uitgetest op 100 m uit de kust van Goeree. Hieruit bleek dat de dobber goed functioneerde. In 2005 is een proef met 100 dobbers van 5 meter met een diameter van 25,5 cm uitgevoerd op 6 km uit de kust van Goeree. De gehele kwekerij bestond uit twee strengen van elk 50 dobbers met om de 10 dobbers een verankering middels een ijzeren buis. De ijzeren buis was 5 meter lang met een diameter van +/- 22 cm. Opzet was om zaad in te vangen met collector touwen en daarnaast de groei van in netten geplaatst mosselzaad te volgen. Uiteindelijk is gebleken dat er veel zaad op de collector touwen is terecht gekomen. Dit zaad bleek zo snel te groeien, dat de hele instalatie naar de bodem is gezakt.

Bron: persoonlijke communicatie de heer P. Buizer.

2.3.4 Ierland en UK

Over off-shore mosselkweek in bovengenoemde landen is bij ons niets bekend.

2.4 Haalbaarheidsstudies

2.4.1 Verenigde Staten

Het Woods Hole Oceanic Institute Marine Policy Center heeft een business model ontwikkeld voor het plannen van een open zee "long line" teeltsysteem van mosselen (Hoagland et al. 2003). In het business model zijn de volgende kost componenten gespecificeerd:

- Aankoop en installatie van productie-eenheden voor consumptiemosselen (diepzee "longline", ankers, kabels, boeien, touw, vloten, koppelingen en ankersluitingen)
- Infrastructuur op land
 - Instalaties voor verwerking, verkoop en distributie
 - Havenplaats voor mosselboot
 - Kantoor- en bedrijfsruimte
- Niet duurzame middelen (substraten voor zaad invang (soms meerdere seizoenen bruikbaar), oogst zakken, mossel-netten)

- Mosselboot aankoop en onderhoud
- Gebruik van mosselboot (benzine, verzekering, enz...)
- Personeel
 - Bestuur
 - Varend personeel
 - Land gebonden personeel (verwerking, verkoop, distributie)
 - Consultants

De productie-eenheden voor consumptiemosselen bestaan uit 120 m lange, 7 m onder het oppervlak gespannen “long-lines” (zie figuur 2.1). Het touw wordt op zijn plaats gehouden door onderwater-boeien, die op hun beurt verankerd zijn in de bodem. Elke “long line” heeft twee 2-ton ankers. Ongeveer 200 touwen hangen aan elke “long line” tot 5 meter boven de bodem. In het totaal zullen 120 dergelijke “long lines” geïnstaleerd worden gespreid over een periode van 3 jaar. De verwachte levensduur van een “long line” is 10 jaar.

De volgende fases worden doorlopen tijdens een productie-cyclus:

- Zaad invang: begint eind maart en duurt tot mei
- Collectie zaad en ophangen zaad aan touwen met biologisch afbreekbare netten: periode juni tot oktober.
- Groeiperiode: 13 maanden of meer.
- Oogsten: vanaf augustus, gefaseerd zodat elke maand een gelijke hoeveelheid wordt geoogst.

Het ontwikkelingsschema voor een 1000 ton per jaar productie-eenheid wordt gegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Ontwikkelingsschema van een 1000 ton per jaar open zee mosselkwekerij volgens WHOI.

	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5
“long lines” geïnstaleerd	30	75	120	120	120
“long lines” geoogst	–	20	50	60	60
Oogst (ton)	–	240	650	840	900

Er wordt een positieve cashflow verwacht na 4 jaar, en de investeringskosten zijn terug verdiend na 6 jaar. Hierbij wordt uitgegaan van een verkoopprijs van ≈ 1 EURO/kg (0.6 US\$/lb), een investering van 1.0 miljoen EURO (1.2 miljoen US\$, waarvan 700 000 \$ in jaar 1 en 500 000 \$ in jaar 2). De gemiddelde productiekost wordt geschat op 0.45 EURO/kg (0.22 US\$/lb) na 5 jaar.

De regering van de Verenigde Staten streeft naar een vanuit het oogpunt van het milieu en de economie gezonde maricultuur. Hierbij zien zij graag een vijfvoudige toename van de productie

in 25 jaar die uitsluitend offshore wordt gerealiseerd. De schelpdier industrie van west kust Verenigde Staten (Dewey, 2000) heeft echter zorgen over de mogelijkheden op open zee vanwege een verminderd voedselaanbod, te ruw water, slechte toegankelijkheid, gebrek aan bewezen open water cultuur systemen, conflicten met scheepvaart en visserij. Hierdoor is offshore cultuur bij de sector geen prioriteit.

2.4.2 Canada

In Brits Colombia is er interesse in open zee teelt van schelpdieren (Nagada Consultants, 2002). Open zee kweekzones liggen hier buiten de getijdenzone op plaatsen met een gemiddelde waterdiepte tussen de 10 en 40 meter. Naast mossel, is er ook interesse in de teelt van Japanse oester en kamschelp (*Petinopecten yessoensis*). Opvallend is dat er een duidelijke procedure werd afgesproken die gevolgd moet worden voor het verkrijgen van de noodzakelijke vergunningen voor het opzetten van een open zee schelpdierkwekerij. Het proces is vrij ingewikkeld, maar een gespecialiseerd consultant kan de vergunningsaanvraag afronden in 15 tot 20 werkdagen. Het hele proces neemt minimum 4.5 maanden in beslag en kost 5000 \$ (waarvan 500 \$ betaald worden op het moment van aanvraag, de rest wordt betaald na goedkeuring).

Nagada Consultants (2002) stipt enkele economische parameters aan mbt het opzetten van een open zee schelpdierkwekerij. Helaas worden er voor mosselen geen gegevens verstrekt, maar de investeringen liggen in dezelfde grootteorde (Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Economische analyse voor het opzetten van een “open ocean” schelpdierkwekerij in Brits Colombia.

Type kwekerij	Geconserveerde Japanse oester	Kamschelpen
Techniek	Long line	Long line/pearl net
Oppervlak kwekerij (ha)	6	16
Jaarlijks overlevingspercentage (%)	80	50
Productieduur (maanden)	21-24	25-32
Start investering ('000 \$)	130	300
Operationele kosten (excl. Financiering, '000 \$)	130	145
Opbrengst verkoop per jaar ('000 \$)	300	225
Tijd om start investering terug te verdienen (jaar)	5	10

2.4.3 Nieuw Zeeland

Nieuw Zeeland heeft een traditie van “long line” mosselteelt, meestal als hangcultuur vanaf het oppervlak. De interesse voor mosselteelt is groot. Momenteel loopt er een project voor het ontwikkelen van de grootste mosselkwekerij ter wereld in de Bay of Plenty aan de oostkust van het Noorder Eiland. De hangcultures zullen bestaan uit 10 m onder het oppervlak gespannen “long lines”. De 4 bij 9 km productiezone zal tussen de 6 en 12 km uit de kust gesitueerd zijn.

Het project zal 500 arbeidsplaatsen opleveren en per jaar 15 000 ton premium mosselen produceren. Dit zou een verdubbeling betekenen van de huidige mosselproductie in Nieuw Zeeland. De verwachte productieduur van zaad tot consumptiemossel is 14 maanden. Het project zit nu in de fase van het verkrijgen van de noodzakelijke vergunningen. De definitieve start is nog onduidelijk, omdat ook bezwaren van vissers en natuurverenigingen moeten worden behandeld. Recent gaat er veel aandacht uit naar het effect van "long line" mosselteelt op mariene zoogdieren en zeevogels (Lloyd, 2003). De belangrijkste bezwaren tegen mosselkwekerijen zijn:

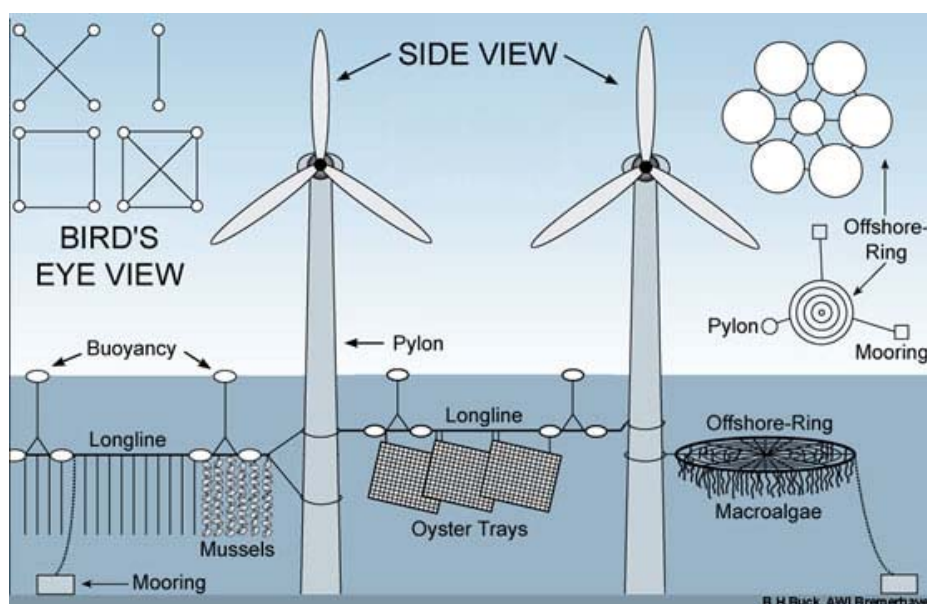
- Vermindering van de beschikbaarheid van phyto- en zooplankton,
- Veranderen de bentische flora en fauna onder de hangcultures,
- Invloeden op de lokale stromingen en golfbewegingen,
- Verhoging van afval op zee,
- Verspreiding van ongewenste organismen

Bovendien geraken zeezoogdieren of vogels soms verstrikt in de mosseltouwen en verankeringsstructuren.

Bron: www.seascallop.com/NZ_MusselFarm.jpg

2.4.4 Duitsland

Het in paragraaf 2.3.2 beschreven pilot project van het Alfred Wegener Instituut is voorafgegaan door een theoretische haalbaarheidsstudie uitgevoerd op basis van literatuur en discussies met deskundigen (Buck, 2002). Hieruit kwam onder andere de mossel naar voren als een goede kandidaat voor offshore teelt. Zie ook figuur 2.7.



Figuur 2.7. Demonstratie van een mogelijke synergie van offshore windmolenparken en een aantal te gebruiken technieken voor open zee aquacultuur. Het figuur laat een voorbeeld zien

van een windmolen in combinatie met de teelt van mosselen, oesters en zeewier. www.awi-bremerhaven.de

2.4.5 *Nederland*

In 2005 wordt door E-Connection meer dan 20 km uit de kust het windmolenpark Q7-WP gebouwd. In 2007 wordt de start van de zaadwinning voorzien. Hiervoor dient echter wel aan de volgende twee voorwaarden worden voldaan:

1. toestemming om het gewonnen zaad in de Waddenzee te mogen verzaaien.
2. een 5-jarige overeenkomst over een bodemprijs voor mosselzaad met de mosselsector.

E-Connection zal voor de zaadwinning van speciale schepen gebruik maken, waarschijnlijk in combinatie met de onderhoudsschepen. Exploitatie van het windmolengebied door derden is uitgesloten, in verband met mogelijke beschadigingen.

Bron: persoonlijke communicatie de heer H. den Boon.

De heer G. Lont van Gafmar Seafoods B.V. is bezig te onderzoeken of een vergunning nodig is voor de teelt van mosselen in ringvormige kweekeenheden op de Noordzee nabij wrakken 5 mijl Noord van Schiermonnikoog op 20 meter diepte.

Bron: persoonlijke communicatie de heer G. Lont.

2.5 Conclusies

“Open ocean”, “offshore” of “deep sea” mosselteelt staat duidelijk nog in de kinderschoenen. Een aantal pilot projecten werd recent overgenomen door commerciële bedrijven. Dit laatste gebeurt meestal in samenwerking met onderzoeksinstituten of universiteiten op basis van onderzoeksbeurzen, in sommige gevallen aangevuld met fondsen uit de industrie. De lange termijn economische haalbaarheid van commerciële activiteiten moet nog bewezen worden.

De voorbeelden laten wel zien dat het op kleine schaal technisch mogelijk is om mosselen te kweken onder omstandigheden die vergelijkbaar zijn met omstandigheden op de Noordzee. Zaadinvang is mogelijk, alhoewel minder zaad wordt ingevangen dan langs de kust. Het zaad vertoont meestal een snellere groei, en heeft een dunnere schelp dan zaad uit de kustgebieden. Een snellere groei betekent dat de mossel sneller als consumptiemossel beschikbaar komt. De gevonden economische haalbaarheidsstudies van open zee mosselteelt verwachten dat de start investering wordt terug verdiend in 5 tot 10 jaar. Op basis van deze resultaten was het mogelijk commerciële partijen te interesseren. Enkele bedrijven maken reeds aanstalten voor het commercieel opzetten van open zee mosselcultuur. De in de studies genoemde prijs van 1 euro per kg consumptie mosselen is vergelijkbaar met in Nederland geldende prijzen.

Alle aangehaalde studies gaan uit van de teelt van consumptiemosselen in open zee. Voor Nederland is het echter mogelijk een beter optimaal gebruik te maken van de mossel-bodempercelen in de Oosterschelde en Waddenzee voor productie van consumptiemosselen, in combinatie van zaadproductie in open zee. Een vergunning voor transport van het zaad van Noordzee naar deze productiegebieden is dan noodzakelijk.

De ontwikkeling van mosselkweek op open zee vraagt een innovatieve stap. Hiervoor is andere expertise nodig dan die aanwezig is bij de huidige kweekpraktijk in Nederland. De ruwe omstandigheden op de Noordzee vereisen offshore technologie. De gevonden voorbeelden van mosselteelt op open zee maken zelden gebruik van technologie en infrastructuur zoals die beschikbaar is voor booreilanden of windmolenparken. Door gebruik te maken van deze kennis en structuren moet het mogelijk zijn kostenbesparingen te realiseren. De ideale situatie is er een waarbij de open zee mosselteelt-technologie reeds tijdens de ontwerpfase van het booreiland of windmolenpark wordt ontwikkeld, in een samenwerking tussen offshore bedrijven en de mosselsector. Het mogelijke toekomstig succes van open zee mosselteeltbedrijven zal heel sterk locatie gebonden zijn. Onzekerheden mbt spat- en zaadproductie, stormrisico's, duurzaamheid van materialen, het vroegtijdig loslaten van groeiende mosselen van de touwen en predatie, pleiten voor het geleidelijk ontwikkelen van kwekerijen, waarbij een locatie eerst op pilot schaal wordt getest.

Naast de technologische drempels die moeten worden overwonnen is het ook belangrijk dat wordt nagedacht hoe conflicten tussen verschillende gebruikers van de Noordzee (scheepvaart, zandwinning, visserij) voorkomen kunnen worden. Het veelvuldig verloren gaan van de installaties voor de Belgische en ook de Duitse kust geven aan dat scheepvaart een serieus probleem is. Ook het in kaart brengen van eventuele effecten op het milieu is een aandachtspunt. Dit betekent nieuwe regelgeving en het vaststellen van duidelijke en haalbare procedures. Het voorbeeld van Brits Colombia bewijst dat dit mogelijk is, waarbij recht wordt gedaan aan nationale en internationale verdragen, en belangengroepen worden geconsulteerd.

3 Biologische knelpunten mosselcultuur rond open zee

De temporale stabiliteit en ruimtelijke variatie van omgevingsfactoren welke een invloed hebben op mosselproductie in open zee bepalen de potentiële productie. Deze factoren dienen geïnventariseerd te worden voor locaties in de Noordzee. Belangrijke factoren zijn onder andere: voedselbeschikbaarheid, productie, waterkwaliteit, toxische algen bloei, predatie, fouling, en reproductie. Deze verschillende factoren zullen in dit hoofdstuk nader kwalitatief worden besproken.

3.1 Voedselbeschikbaarheid & productie

Een belangrijke voedselbron voor mosselen zijn algen (fytoplankton). De lichtconcentratie onder water en de concentratie nutriënten zijn belangrijk voor de hoeveelheid en de samenstelling van de in de waterkolom aanwezige algen.

In het centrale deel van de Noordzee begint de voorjaarsbloei van algen eerder dan in de kustwateren. Het verschil wordt veroorzaakt doordat het in de kustzone zwevende organisch materiaal zorgt voor een demping van de lichtintensiteit in de waterkolom, waardoor de groei van het fytoplankton wordt vertraagd. De uitdoving van het licht neemt richting de kustzone toe. Ook in de winter is de uitdoving van licht door zwevend materiaal in de kustzone groot. Dit wordt veroorzaakt door de opwerveling van zwevend materiaal tijdens stormen.

Gedurende het groeiseizoen lijken in de kustwateren de concentraties van de nutriënten fosfaat of silicaat limiterend voor de groei van algen. In het water van het centrale deel van de Noordzee is de concentratie van de nutriënt stikstof limiterend voor de groei van algen. De nutriënteninput in de Noordzee komt vanuit het Kanaal, de Noord-Atlantische oceaan, rivieren, antropogene bronnen aan de kust en via atmosferische input. Over het algemeen is de concentratie macro-nutriënten (zoals stikstof, fosfaat en silicaat) in de kustzone relatief hoog door de input van nutriënten vanuit de rivieren. In het centrale en noordelijke deel van de Noordzee is de concentratie nutriënten laag door invloeden vanuit de Atlantische oceaan. Afname in de concentratie nutriënten wordt vooral veroorzaakt door de groei van fytoplankton (Peeters *et al.*,1991).

Het Duitse Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie informeert over fysische en biologische parameters van de Noordzee. Dit gebeurt ook voor een belangrijk centraal deel van de Noordzee. Het Bundesamt heeft in 2000 in de kustzone chlorofyl- α concentraties tot 4,5 $\mu\text{g/l}$, in estuariën tot 10 $\mu\text{g/l}$ en in het centrale deel van de Noordzee 1,5 $\mu\text{g/l}$ gemeten ([MURSYS-Umweltreportsystem](#)). Ook binnen het meetnet van Rijkswaterstaat wordt onder

andere de chlorofyl- α concentratie bepaald. Het meetnet van Rijkswaterstaat heeft vooral monsterlocaties in de kustzone.

Rekening houdend met de voedselbeschikbaarheid kan op het centrale deel van de Noordzee groei van mosselen worden verwacht. Hoewel de lichtcondities op het centrale deel van de Noordzee meer geschikt zijn voor de groei van algen, zal de algengroei in de kustzone hoger zijn door de aanwezigheid van nutriënten. Ervaringen met de teelt van mosselen op open zee zijn voor de Nederlandse situatie echter niet aanwezig, hierdoor is het niet mogelijk om concrete uitspraken te doen over de groei van de mosselen. Met behulp van de data die door Rijkswaterstaat worden verzameld kan worden gekeken op welke locaties de concentratie algen gunstig is voor de groei van mosselen.

3.2 Waterkwaliteit

Mytilus edulis staat bekend als zeer tolerant voor een breed spectrum van verschillende milieuomstandigheden, zoals de temperatuur, saliniteit en de zuurstofconcentratie van het water (Seed & Suchanek, 1992). Mosselen kunnen zelfs worden gebruikt als biologisch waarschuwingssysteem voor verontreinigingen (Mosselmonitor ®, Kramer *et al.*, 1989), als systeem om bioaccumulatie van verontreinigingen te bepalen (Widdows & Donkin, 1992) of als biologisch zuiveringssysteem voor verontreinigingen gebonden aan organisch materiaal (zoals ook bijvoorbeeld de zoetwater Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*, wordt gebruikt (Smit *et al.*, 2003).

De waterkwaliteit hoeft derhalve geen probleem te zijn voor de kweek van mosselen op de Noordzee. Wel zullen bepalingen gedaan moeten worden om de kwaliteit van de mosselen ten aanzien van verontreinigingen vast te stellen.

3.3 Toxische algenbloei

Sinds het begin van de jaren '70 van de 20e eeuw wordt in mosselen uit de Oosterschelde en de Waddenzee periodiek biotoxinen aangetoond. Bij te hoge concentraties van deze stof geproduceerd door algen in de mossel is deze gevaarlijk om te consumeren: de mossel zelf lijkt weinig last van het algengif te hebben, maar bij de consument kan het leiden tot darm- en maagstoornissen. Partijen schelpdieren worden wekelijks tot maandelijks door het RIKILT gecontroleerd op giftige stoffen. De bloei van deze gifalgen is vooral afhankelijk van de temperatuur van zeewater en turbulentie (Peperzak *et al.*, 1996). Ook op het Nederlandse deel van de Noordzee kunnen giftige algen voorkomen. Om de kwaliteit van de mosselen te monitoren zijn twee protocollen in werking. Het protocol 'Sanitaire eisen levende tweekleppige weekdieren' (versie 2003) is ingesteld om de bacteriologische kwaliteit van de schelpdieren te monitoren. Het protocol 'Toxine vormende algen en biotoxine levende tweekleppige

schelpdieren' (versie 2003) beoordeelt het water en de schelpdieren op de aanwezigheid van toxisch fytoplankton en mariene biotoxines.

De hangcultuur die reeds plaatsvindt in de Oosterschelde wordt in het rapport 'Evaluatie monitoring sanitaire kwaliteit schelpdieren' beoordeeld als zijnde een nieuwe kweekmethode. Waarschijnlijk zal de kweek van mosselen op de Noordzee op dezelfde wijze moeten worden beoordeeld als wordt aanbevolen in dit rapport: 'In het algemeen kan gesteld worden dat voor nieuwe kweekmethoden van schelpdieren middels een risico-inventarisatie vastgesteld dient te worden wat in relatie tot de volksgezondheid de risicovolle factoren zijn, om op basis daarvan de vereiste beschermende maatregelen en monitoring (parameters, bemonsteringsplaatsen e.d.) vast te kunnen stellen (Tap *et al*, 2005).

3.4 Predatie

Er is weinig kwantitatief bekend over de sterfte van *Mytilus sp.* Belangrijke predatoren van mosselen zijn zeesterren (*Asterias rubens*), Krabben (*Carcinus maenas*) en de eidereend (*Somateria mollissima*). Predatie kan voor aanzienlijke verliezen van mosselen op de percelen zorgen. Omdat bij mosselteelt op open zee de constructie waarschijnlijk enkele meters van de zeebodem verwijderd zal zijn lijkt de kans op predatie door zeesterren en krabben minder groot dan op de percelen. De aanwezigheid van mosselhangcultures zou echter wel vissen aan kunnen trekken, omdat naast de mosselen allerlei organismen op de touwen voorkomen die als voedselbron voor vissen kunnen dienen. Ook zijn er vissoorten die zich voeden met de mosselen zelf. Dit is o.a. een probleem in de Middellandse zee en in Nieuw Zeeland (Kamermans *et al*, 2002). Ook zou de aanwezigheid van hangcultures vogels aan kunnen trekken. Uit een onderzoek naar predatie door eidereenden op mosselen in hangcultures is gebleken dat eidereenden 2.5 kg mosselen per eend per dag van de touwen af kunnen halen (Kamermans *et al*, 2002, Ross, 2000).

3.5 Reproductie & fouling

Door het ontbreken van geschikt substraat worden er op open zee over het algemeen niet veel mosselen aangetroffen. Vaak is de bodem zandig, waardoor snel begraving van mosselen zal optreden. Het weinige geschikte substraat dat aanwezig is op de Noordzee raakt echter snel overwoekerd met mosselen en andere fouling organismen (persoonlijke mededeling C. Minnes, Rijkswaterstaat, Vaarwegmarkeringsdienst). Dit betekent dat in de waterkolom mossellarven aanwezig zijn. Deze mossellarven zullen afkomstig zijn van oudere mosselen op hard substraat op open zee. Of van mosselen uit de kustzone, hoewel er slechts sprake is van een beperkte menging van kustwater met het water van de open zee.

Over 'andere' fouling organismen op open zee is geen informatie aangetroffen.

3.6 Conclusies

Op basis van biologische argumenten is mosselkweek op de Noordzee mogelijk. Dit blijkt ook uit de aangroei die plaatsvindt op vaste substraten. Er is echter ook nog een groot aantal onderwerpen waar weinig tot niets over bekend is, zoals de predatie, groei, kwaliteit en andere fouling organismen. Indien wordt besloten om mosselen op open zee te kweken, zullen deze onderwerpen nader moeten worden beschouwd.

4 Voorkomen van mosselen in de Noordzee

4.1 Inleiding

Er is nog veel ruimte om onze kennis m.b.t. mogelijkheden tot mosselproductie in open zee te verfijnen, en de productiemogelijkheden voor verschillende locaties in de Noordzee te voorspellen. Het uitzetten van nieuwe collectorproeven is echter tijdrovend en vooral duur en voor het meten van natuurlijke mosselen zijn de mogelijkheden beperkt. Mosselen komen in de Noordzee namelijk praktisch niet voor door het ontbreken van een geschikt substraat. Boeien (betonning) die in de Noordzee de vaarwegen aangeven worden echter wel bezet door mosselen (persoonlijke mededeling Kees Minnes, Rijkswaterstaat Vaarwegmarkeringsdienst, Dienstkring Noord). Ook op de kettingen waaraan de boeien verankerd zijn is groei van mosselen waar te nemen. De ervaring van de Vaarwegmarkeringsdienst leert dat tot een meter of 12 mosselaangroei is waar te nemen, en dat daaronder nog enkele meters aangroei van anemonen en poliepen is te zien. Onduidelijk is of mosselen die op grotere diepte zullen worden aangebracht ook zullen groeien. Waarschijnlijk zal de groei van mosselen op grotere diepte aanzienlijk afnemen doordat het hier beschikbare voedsel van veel geringere kwaliteit is.

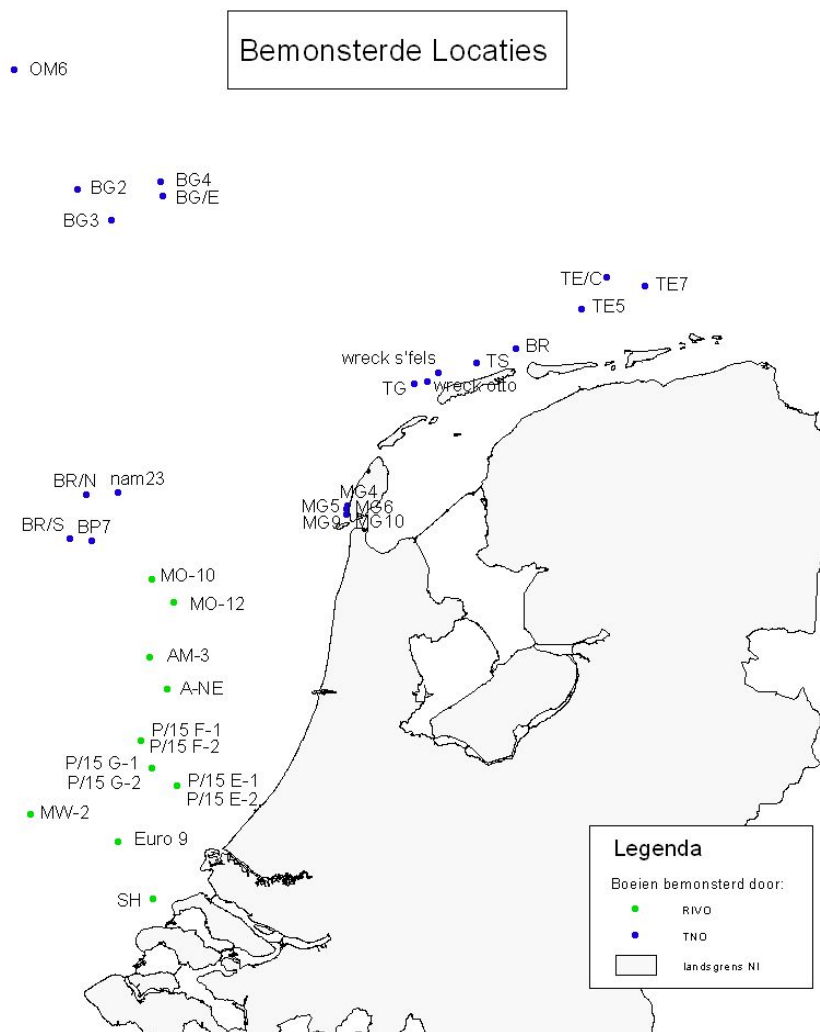
De boeien worden minimaal 1 keer per jaar bezocht en schoongemaakt. Op sommige plaatsen ontwikkelt nieuwe begroeiing op de boeien zo snel, dat de bezoekfrequentie zelfs oploopt tot eens per drie maanden. Door aan te haken bij servicetrips naar deze beboeiing, kan informatie ingewonnen worden over de aard van de begroeiing naar locatie. Door de grote spreiding van betonning in de Noordzee, kan over een groot gebied informatie worden ingewonnen. Deze informatie vormt de basis voor de ontwikkeling van de kanskaart voor mosselteelt in de Noordzee.

4.2 Materiaal en methoden

4.2.1 Bemonsterde locaties

Door TNO zijn op 9 november 2004, 9 december 2005 en 11 april 2005 monsters genomen van mosselen op boeien van de vaarwegmarkeringsdienst. Op deze data is meegevaaren met de MS Terschelling. Door het RIVO is op 24 november 2004, 28 januari 2005, 8 februari 2005 en 25 juli 2005 gevaren met de MS Rotterdam. In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de bemonsterde boeien met bijbehorende coördinaten.

Een overzicht van deze boeien is gegeven in figuur 4.1. Er is geprobeerd om op zoveel mogelijk verschillende locaties te bemonsteren om een zo goed mogelijk beeld van de gehele Noordzee te krijgen.



Figuur 4.1. Overzicht van bemonsterde locaties. In groen zijn de locaties aangegeven die door het RIVO met behulp van de MS Rotterdam zijn bemonsterd. In het blauw zijn de locaties aangegeven die door TNO met behulp van de MS Terschelling zijn bemonsterd (zie voor coördinaten van de boeien: bijlage 1).

Tijdens de inventarisatie van fouling organismen (mosselen) op boeien werden de boeien en de ankerkettingen aan boord van het schip gehesen (figuur 4.2). In een logboek werden de locatie in GPS coördinaten, de datum, het nummer van het monster en de algemene indruk van de begroeiing van de boei en van de ankerketting vastgelegd. Vervolgens werden monsters genomen om een beeld te krijgen van de samenstelling en verspreiding van organismen over de diepte, waarbij de aandacht specifiek uitging naar mosselen.



Figuur 4.2. Een boei wordt aan boord gehesen.

4.2.2 *Oppervlaktebemonstering*

Boei: Met behulp van een flexibel frame van 20*20 cm werd een deel van de begroeiing van de boei afgeschraapt op de water/aangroeilijn tot – 20 cm. Mosselen die meer dan 50% binnen het kader vielen werden meegenomen, andere mosselen niet. Tijdens het bemonsteren werden eerst alle mosselen en andere begroeiing om het frame heen weg geschraapt en vervolgens werd het monster van de boei verzameld. Het verzamelde materiaal werd in zakken bewaard en meegenomen naar het lab voor analyse (§ 4.2.2.). Het verzamelen gebeurde op twee plaatsen op tegenoverliggende zijden van de boei. De afzonderlijke monsters werden voorzien van code en datum en werden genoteerd in het logboek.

Ankerketting: Indien ook duidelijke aangroei op de ankerketting aanwezig was, werd hiervan op de 2,5 meter en op 10 meter een monster genomen. Ook hier gold dat alleen de mosselen die meer dan 50% binnen kader lagen bemonsterd werden. De 2,5 meter werd gerekend vanaf het wateroppervlak (dus gerekend vanaf de aangroeilijn zichtbaar op de boei). Over 20 cm werd alle aangroei van de ketting afgeschraapt (dus rondom en tussen de ogen van de ketting). Het verzamelde materiaal werd eveneens in zakken bewaard en meegenomen naar het lab voor

analyse (4.2.2.). De monsters werden voorzien van code en datum en werden genoteerd in het logboek.

4.2.3 Verwerking van de monsters

In het lab werd allereerst per monster het totale gewicht van het monster bepaald (bij invriezen, het ontdooide totaal). Vervolgens werden de mosselen van tarra ontdaan en apart gewogen. Tarra bestaat uit lege schelpen, byssusdraden en andere organismen, zoals bijvoorbeeld pokken. Van iedere mossel werd individueel de lengte bepaald en werden de mosselen in het monster opgedeeld in 3 verschillende grootteklassen:

- Klein: mossel < 1.5 cm
- Middel: 1.5 cm < mossel < 4.5 cm
- Groot: mossel > 4.5 cm

Ten slotte werd per grootteklasse het totaalgewicht en het drooggewicht van het vlees en de schelp afzonderlijk bepaald (2 dagen bij 70 graden). Bij grote monsters werd een subsample genomen dat representatief werd geacht voor het gehele monster.

4.2.4 Analyse van de monsters

De monsters zijn ingedeeld in verschillende groepen, op basis van locatie en aantal maanden tussen de laatste en voorlaatste schoonmaakdatum (mosselkansenkaart: figuur 5.1 & tabel 4.1). Hierdoor zijn er groepen boeien die al 18 maanden niet waren schoongemaakt en groepen boeien die maar drie maanden voorafgaand aan deze bemonstering de laatste schoonmaak hebben gehad. Het maximum aantal groeimaanden geeft aan hoe oud de mosselen maximum kunnen zijn vanaf de laatste schoonmaakdatum. Wanneer een boei na het broedval seizoen is schoongemaakt dan rekenen we de maximum groeimaanden vanaf februari het opvolgende jaar. De aanname is dan dus dat de mosselen in februari op de boeien zijn gevallen, dit hoeft natuurlijk niet. Bij boeien die na februari waren schoongemaakt werden de groeimaanden berekend vanaf de datum van schoonmaak aannemende dat meteen nieuwe mosselen op de boeien terecht zijn gekomen.

Tabel 4.1. Overzicht van gebieden met het aantal maanden tussen twee schoonmaakdata.

Naam	bemonsteringsdatum	laatste schoonmaakdatum	aantal maanden	max groei mnd
West Den Helder I	9-11-2004	26-5-2003	18	18
Hollandse Kust 1	28-1-2005	1-1-2004	13	11
West Den Helder II	9-11-2004	6-11-2003	12	9
Schiermonnikoog	9-12-2004	9-12-2003	12	10
Botney Grounds	8-12-2004	13-4-2004	8	8
Hollandse kust 2	28-1-2005	1-7-2004	7	7
Waddeneilanden	11-4-2005	27-7-2004	9	9

De drie monsters die zijn genomen in de Voordelta konden niet als één groep worden beschouwd, omdat de periodes tussen de schoonmaakdata per locatie aanzienlijk verschillen. Deze locaties zullen daarom apart worden behandeld (tabel 4.2)

Tabel 4.2. Overzicht van de bemonsterde locaties in de Voordelta met schoonmaakdata.

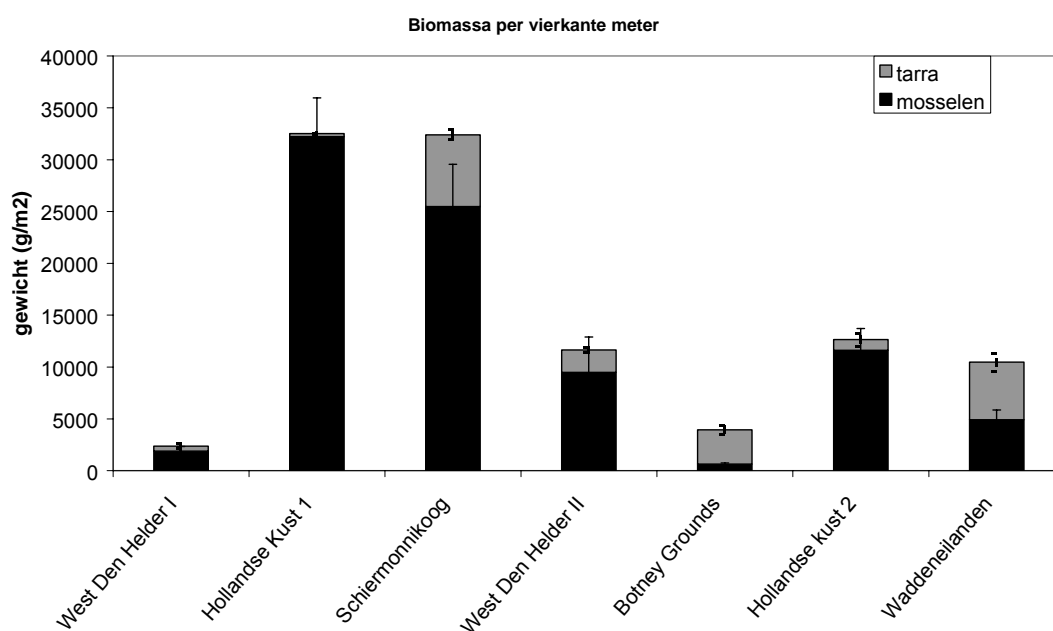
Voordelta	bemonsteringsdatum	laatste schoonmaakdatum	aantal maanden	max groei mnd
MW 2	8-2-2005	10-03	17	12
Euro 9	25-7-2005	12-8-2004	12	12
SH	25-7-2005	21-3-2005	4	4

Per locatie is de gemiddelde biomassa mosselen en tarra per m² berekend. Vervolgens is per locatie, per grootteklasse een gemiddelde van aantallen per m² en kwaliteit berekent.

4.3 Resultaten boeien

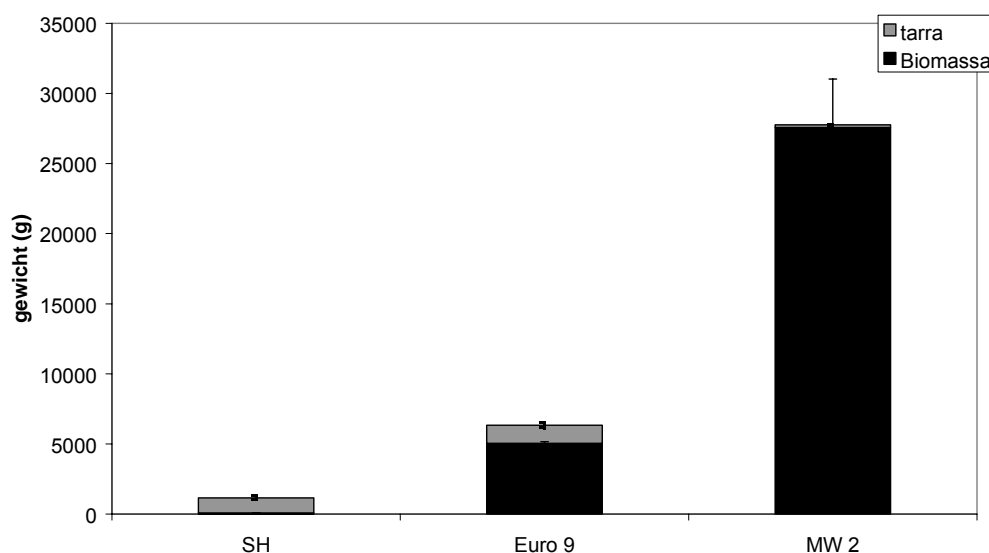
4.3.1 Biomassa op de boeien

De hoeveelheid biomassa per vierkante meter verschilt aanzienlijk per locatie (figuur 4.3). De meeste biomassa wordt aangetroffen op locaties Schiermonnikoog en Hollandse Kust I. Op deze locaties werden biomassa's aangetroffen tot 30 kg per vierkante meter. De boeien in de West Den Helder 1 lagen het langst in het water, maar de biomassa op deze boeien was het laagst. Ook de hoeveelheid tarra verschilt per locatie. Langs de Hollandse kust was de relatieve hoeveelheid tarra minder in vergelijking met de Waddenzee locaties en de locatie Botney grounds.



Figuur 4.3. Biomassa (g) en standaard deviatie per vierkante meter.

Tussen de drie locaties in de voordelta was een groot verschil in de aanwezige biomassa op de boeien (figuur 4.4). Op de locatie SH was relatief de meeste biomassa aanwezig in de vorm van tarra. Deze boeien waren 4 maanden voor de bemonstering als laatst schoongemaakt. De hierop aanwezige mosselen waren pas gevallen zaadmosselen (gemiddelde lengte 4,9 mm) en daarom zeer gering in gewicht. Op boei Euro 9 waren enkele middelgrote mosselen aanwezig, die waarschijnlijk afkomstig waren van de najaarszaadval van 2004 (4 in het frame). Het overgrote deel van de mosselen waren echter kleine mosseltjes van de zaadval uit 2005. De bedekking van de boei was zo groot dat de biomassa van de mosselen vergelijkbaar is met de biomassa mosselen die op de locatie Waddeneilanden is gevonden. Boei MW2 was 17 maanden niet schoongemaakt. De biomassa mosselen is aanzienlijk en vergelijkbaar met de biomassa die bij Schiermonnikoog aanwezig was (figuur 4.3).

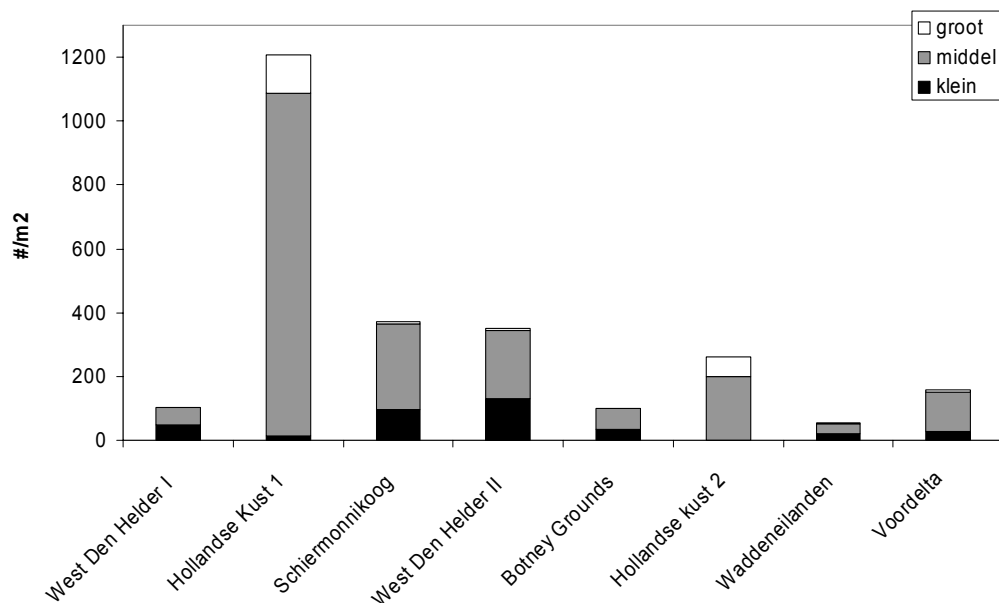


Figuur 4.4. Biomassa (g) en standaarddeviatie per vierkante meter in de Voordelta.

4.3.2 Aantallen mosselen

Verreweg de meeste mosselen zijn aangetroffen op de boeien in locatie Hollandse kust I (figuur 4.5). De mosselen die op de boeien op deze locatie zijn aangetroffen waren voor het grootste deel middelgrote mosselen (89%), en een redelijk deel waren grote mosselen (10%). De mosselen die op de boeien in Hollandse kust 1 aanwezig waren, waren maximaal 11 maanden (tabel 1.1). Qua hoeveelheden en grootte van de mosselen komen de Locaties West Den Helder II en Schiermonnikoog op de 2e plaats. Het aantal mosselen op boeien in Hollandse kust 2 is matig, een redelijk deel van de mosselen was groot. Op de locaties West Den Helder I, Botney grounds en Waddeneilanden zijn weinig mosselen aangetroffen. In de Voordelta is alleen het oudste monster MW2 in de grafiek opgenomen. De hoeveelheid mosselen op deze boei was

behoorlijk laag en er waren voornamelijk middelgrote mosselen aanwezig. Voor de overige boeien in de Voordelta waren geen geschikte gegevens beschikbaar voor de aantalbepaling; op boeien Euro 9 en SH, waren bijna uitsluitend kleine mosselen aanwezig (§ 4.3.2).

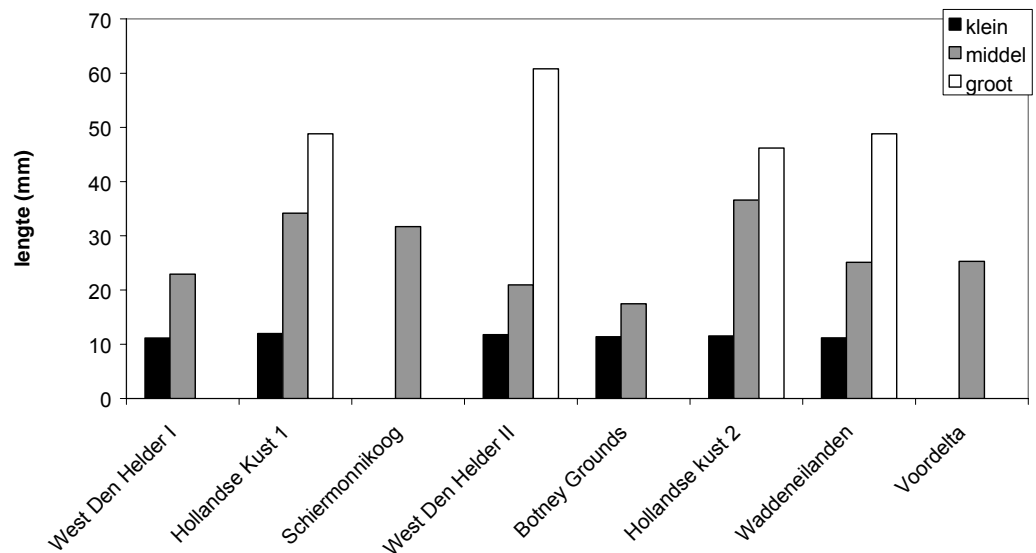


Figuur 4.5. Aantallen mosselen per vierkante meter. De monsters zijn verdeeld in drie categorieën: klein (< 1.5 cm), middel (>1.5 cm & < 4.5 cm) en groot >4.5 cm.

4.3.3 Lengteverdeling

Figuur 4.6 toont een overzicht van de gemiddelde lengte van de mosselen op de boeien. De mosselen uit de categorie kleine mosselen (zaad) waren gemiddeld zo'n 10 mm groot. De mosselen in deze categorie waren waarschijnlijk allemaal jonge zaadmosseltjes. De gemiddelde lengte van de mosselen in de middelste (halfwas) en grootste (consumptie) categorie verschilde per locatie. Op drie locaties (Hollandse Kust I, Hollandse Kust II en Waddeneilanden) hadden de grote mosselen een gemiddelde lengte van rond de 48 mm en de mosselen op de locatie West Den Helder II waren met een gemiddelde lengte van 60 mm de grootste. De aantallen grote mosselen op boeien in West Den Helder II waren echter aanzienlijk lager dan op de nabij gelegen locatie de Hollandse Kust I (zie figuur 4.5). Dit zou erop kunnen duiden dat de mosselen groter dan 50 mm moeite krijgen met het hechten en van de boei afvallen. De boeien op locatie West Den Helder I zijn het langst niet schoongemaakt van alle boeien (schoonmaak in mei 2003). In theorie zouden er dus mosselen van meer dan een jaar oud op de boeien aanwezig kunnen zijn. Er werden op de boeien echter alleen maar kleine en middelgrote mosselen aangetroffen. Een langzame groei lijkt geen waarschijnlijke reden, want de mosselen in West Den Helder II groeien wel hard en deze locaties liggen dicht bij elkaar. Dit kan dus 2 dingen betekenen: 1) in 2003 was sprake van een slechte broedval, of 2) alle grote mosselen zijn van de boeien afgevallen. De mosselen die in het gebied de Voordelta worden getoond zijn

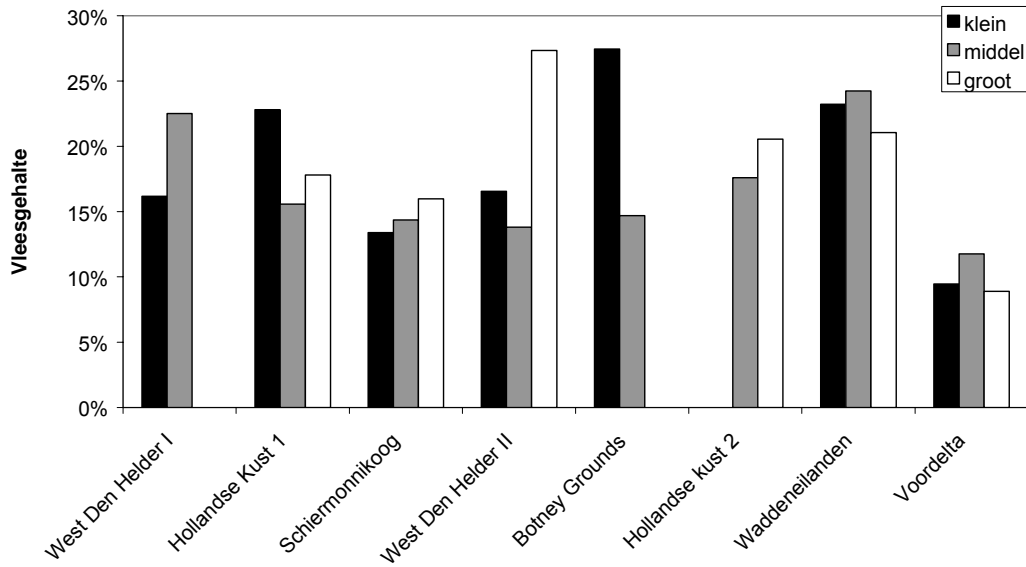
wederom alleen mosselen van boei MW2. Mosselen op deze boei kunnen in theorie 12 maanden oud zijn, maar evenals bij de boeien in West Den Helder I waren op deze boei geen grote mosselen aanwezig. Het is hier dan ook de vraag of sprake is van een langzame groei, of slechte broedval in 2004 of dat misschien de grote mosselen van de boei zijn afgevallen.



Figuur 4.6. Gemiddelde lengte per categorie: klein (< 1.5 cm), middel (>1.5 cm & < 4.5 cm) en groot (>4.5 cm).

4.3.4 Kwaliteit

In figuur 4.7 is het percentage vleesgewicht t.o.v. van het totale gewicht (beide droogewichten) per grootte klasse op de verschillende locaties weergegeven. Het percentage vleesgewicht kan worden beschouwd als een maat voor de kwaliteit van de mosselen. De mosselen op locaties West Den Helder II en Botney Grounds hadden hoge percentages vleesgewicht, maar dit verschilde wel sterk over de verschillende grootte klassen. De mosselen bij Botney Grounds groeien langzaam, gezien de gemiddelde lengte (figuur 4.6), maar blijkbaar wordt dus wel veel energie in het vleesgewicht gestoken. Gemiddeld genomen hadden de mosselen op de locaties Waddeneilanden en Schiermonnikoog over de drie grootte klassen het meest gelijk verdeelde vleesgewicht. De kwaliteit van de mosselen in de Voordelta (boei MW2) is het slechtst, gezien het gemiddeld laagste vleesgewicht van de hier aangetroffen mosselen.



Figuur 4.7. % vleesgewicht van de mosselen op de verschillende locaties per categorie: klein (< 1.5 cm), middel (>1.5 cm & < 4.5 cm) en groot >4.5 cm).

4.4 Resultaten kettingen en rok

In deze paragraaf zullen de monsters die van enkele boeien van de kettingen en de rok zijn genomen worden behandeld. De kettingen en de rok worden door de Vaarwegmarkeringsdienst van Rijkswaterstaat niet standaard schoongemaakt bij onderhoudswerkzaamheden aan de boeien. De maximale groeiperiode van de mosselen op de kettingen kan dan ook aanzienlijk verschillen van de maximale groeiperiode op de boeien. In tabel 4.3 is een overzicht gegeven van de kettingen die bemonsterd zijn en de maximale levensduur van de eventueel op de ketting aanwezige mosselen. Op de locaties: Waddeneilanden en in de Voordelta zijn de kettingen niet bemonsterd.

Tabel 4.3. Overzicht van locaties waarvan de ketting bemonsterd en geanalyseerd is.

	Boei	datum monstername	uitlegdatum	max leeftijd (maanden)
West Den Helder I	BP7 A3	9-11-2004	26-5-2003	18
	BR/S B9	9-11-2004	1-10-2002	26
Schiermonnikoog	TE/C J37	9-12-2004	17-4-2003	20
	TE7 K41	9-12-2004	19-2-2003	22
	TE5 L44	9-12-2004	12-6-2003	18
Hollandse Kust I	ANE	28-1-2005	jan-2004	13
	AM3	28-1-2005	jan-2004	13
West Den Helder II	BR/N C13	9-11-2004	26-3-2003	12
	NAM23			
	D18	9-11-2004	6-11-2003	12
Botney Grounds	BG2 F24	8-12-2004	25-2-2003	22
	BG3 G27	8-12-2004	13-4-2004	8
	BG/E I34	8-12-2004	13-4-2004	8
Hollandse Kust II	P/15 F-1	24-11-2004	10-5-2004	7
	P/15 F-2	24-11-2004	10-5-2004	7
	P/15 G-1	24-11-2004	10-5-2004	7

4.4.1 Aantallen

Aangezien niet alle dieptes en locaties zijn bemonsterd is het niet mogelijk een trend weer te geven aan de hand van de verzamelde gegevens. Er nu is immers geen verschil te maken tussen niet aanwezig en niet bemonsterd. In figuur 4.8 is een indicatie gegeven van de hoeveelheden mosselen die voorkomen op de verschillende dieptes in de waterkolom. Op alle bemonsterde dieptes zijn mosselen aangetroffen. Over het algemeen waren er minder mosselen op grotere diepte dan nabij het wateroppervlak. Een uitzondering waren de boeien in Botney grounds, hier werd op grotere dieptes meer mosselen worden aangetroffen.

Alle grootte klassen mosselen zijn aangetroffen op de kettingen. De fractie consumptiemosselen is het kleinst. Ook voor de kettingen zou kunnen gelden dat de grote mosselen te zwaar worden en op een gegeven moment afvallen onder invloed van stroming.

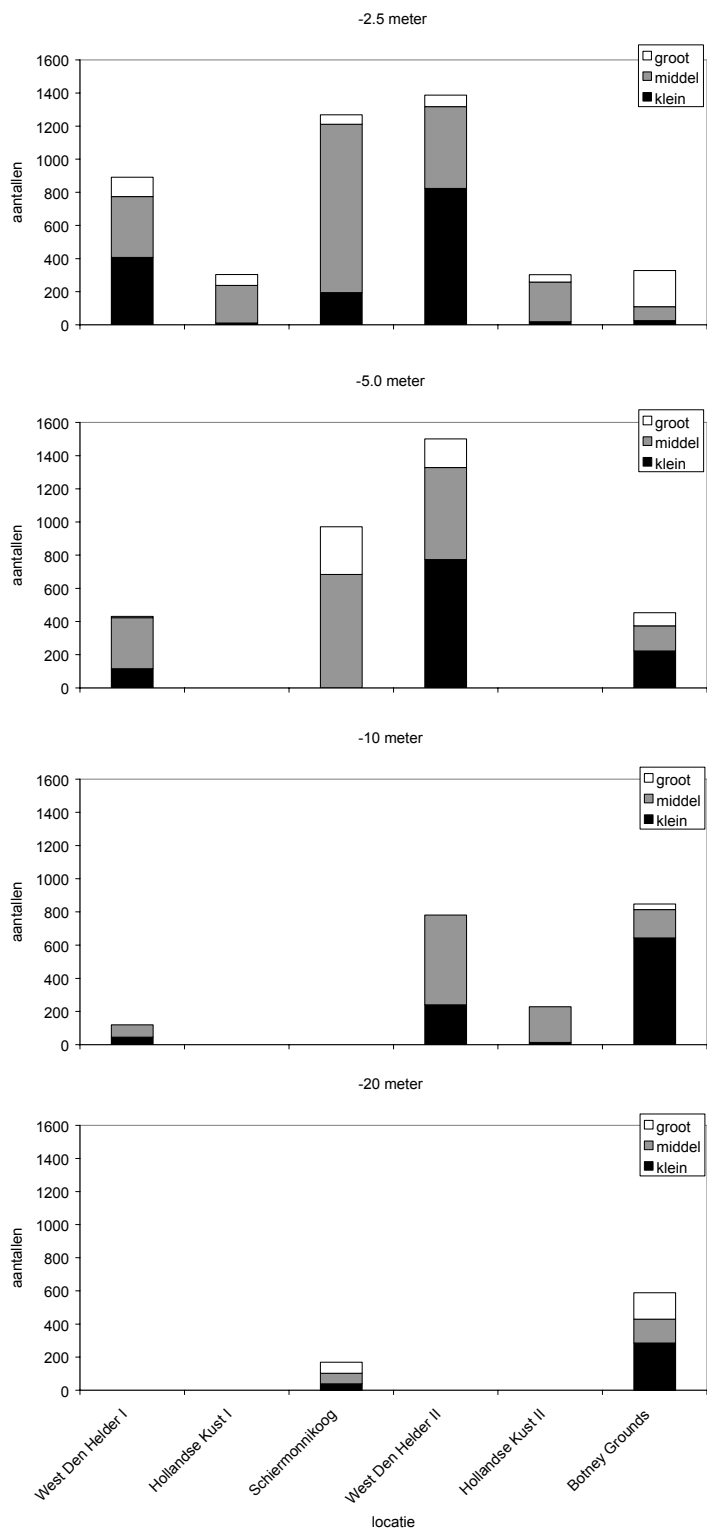
4.4.2 Biomassa

Van de verschillende monsters is tevens de biomassa aan mosselen bepaald. Op de eerste 10 meter van de kettingen was de biomassa per bemonsterd oppervlak ongeveer gelijk (figuur 4.9). Op 22 meter zijn in sommige gevallen nog opvallend grote hoeveelheden mosselen waargenomen. Zo was in de Botney Grounds de biomassa mosselen op die diepte extreem hoog. Op andere locaties zoals Hollandse kust I werden daarentegen op de kettingen maar tot 2.5 meter mosselen aangetroffen.

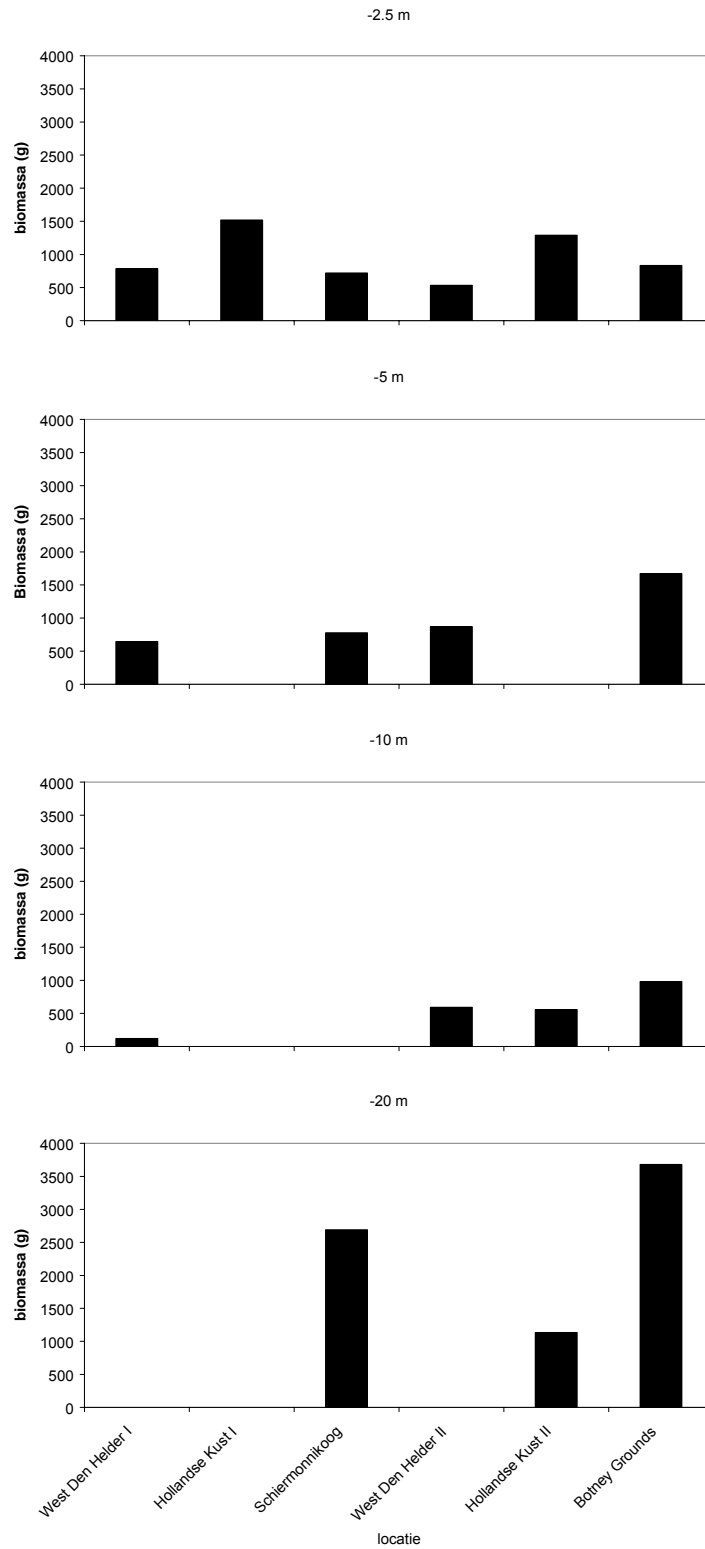
4.4.3 Kwaliteit

Naast gegevens van de biomassa zijn ook gegevens over de kwaliteit van de mosselen aan de kettingen verzameld. Hiertoe is het % vleesgewicht (drooggewicht) ten opzichte van het totale

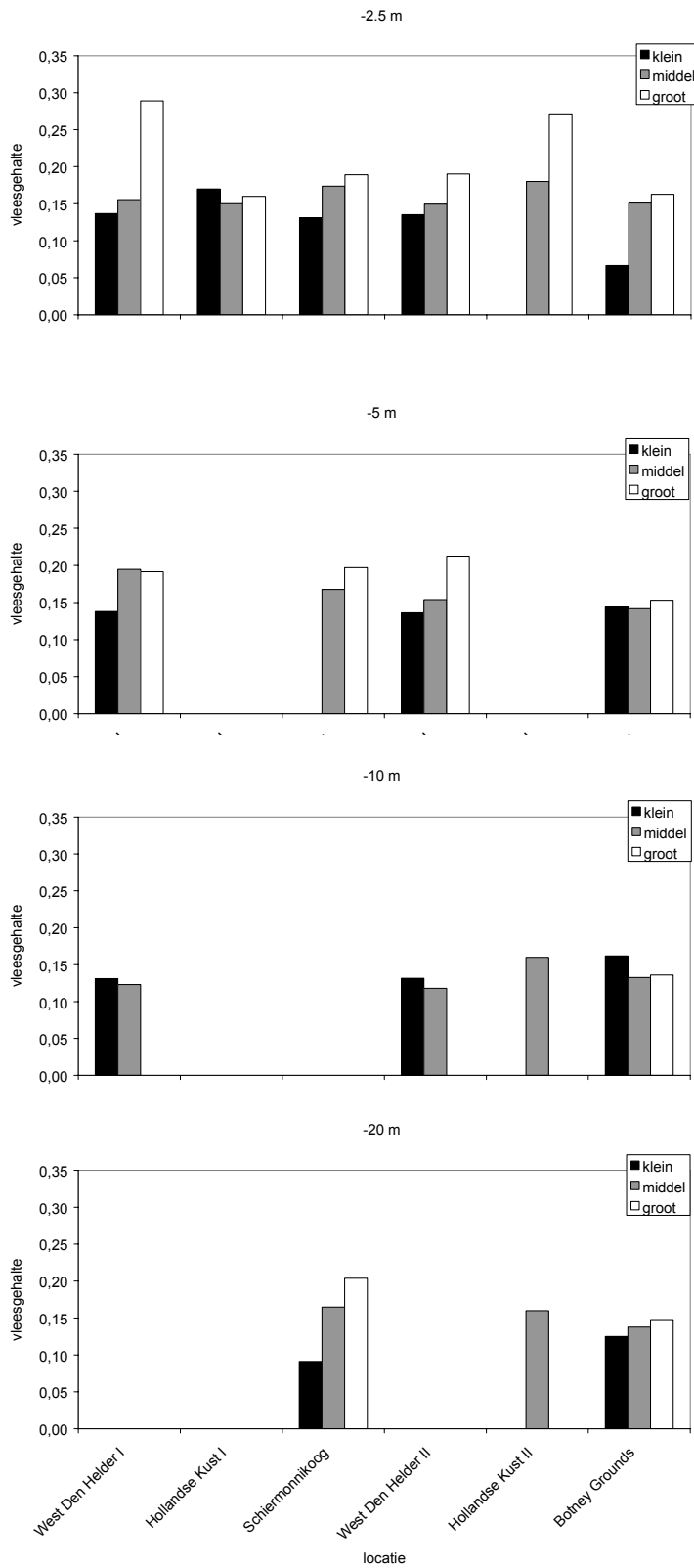
drooggewicht bepaald. De kwaliteit van de mosselen was gemiddeld het hoogst in de eerste meters van de waterkolom (figuur 4.10). Dit ligt in de lijn der verwachtingen, aangezien bovenin de waterkolom het meest geschikte voedsel aanwezig is voor de mosselen.



Figuur 4.8. Overzicht van aantallen mosselen (per monster van 20 cm) op de kettingen van boeien op verschillende dieptes: -2.5, -5, -10 en -20 meter. Op locaties waar geen kolom is ingevuld is geen monster geanalyseerd. klein (< 1.5 cm), middel (>1.5 cm & < 4.5 cm) en groot (>4.5 cm).



Figuur 4.9. Overzicht van de biomassa (g; per monster van 20 cm) aan mosselen op de kettingen van boeien op verschillende dieptes: -2.5, -5, -10 en-20 meter. Op locaties waar geen kolom is ingevuld is geen monster geanalyseerd.



Figuur 4.10. Overzicht van de kwaliteit van de mosselen op de kettingen van boeien op verschillende dieptes: -2.5, -5, -10 en -20 meter. Op locaties waar geen kolom is ingevuld is geen monster geanalyseerd. klein (< 1.5 cm), middel (>1.5 cm & < 4.5 cm) en groot (>4.5 cm)

4.5 Conclusies

Uit de inventarisatie van mosselen op boeien kan worden geconcludeerd dat mosselen over de hele Noordzee voorkomen. Wanneer men wil beginnen met het invangen van mosselzaad en/of het kweken van mosselen zijn 2 zaken in het bijzonder van belang:

- Ten eerste moet de aanvoer van mossellarven die zich kunnen settelen groot genoeg zijn.
- Ten tweede moet het voedselaanbod voldoende groot zijn.

Een samenvatting van de resultaten die zijn besproken in dit hoofdstuk is opgenomen in tabel 4.4. In deze tabel is aan de hand van plussen en minnen aangegeven hoe de bemonsterde locaties ten opzichte van elkaar gescoord kunnen worden.

Tabel 4.4. Samenvatting van de resultaten van de bemonstering van mosselen aan boeien op de Noordzee.

naam	aantal	Groei		Kwaliteit	
		Max. aantal groeimnd	Rel waard e	Gemeten op (mnd)	Rel waard e
West Den Helder I	-	18	-	11	+
Hollandse Kust 1	++	11	++	01	+
Schiermonnikoog	+	10	+	12	+/-
West Den Helder II	+	9	+	11	+
Botney Grounds	-	8	+	12	++
Hollandse kust 2	+/-	7	++	01	+
Waddeneilanden	-	9	+	04	++
Voordelta	+/-	17	-	02	-

De kwaliteit van mosselen is afhankelijk van beschikbare hoeveelheid voedsel en kan een maat zijn voor het voedselaanbod. Voor het vergelijken van de mosselkwaliteit van de verschillende locaties moet wel rekening gehouden worden met het feit dat de kwaliteit van mosselen ook door het jaar heen kan veranderen. In de wintermaanden is minder voedsel aanwezig waardoor de kwaliteit van de mosselen afneemt. Daarnaast geldt voor geslachtsrijpe mosselen (oha mosselen > 4.5 cm) dat de kwaliteit van mosselen laag is in het paaiseizoen. Voor de kwaliteit van de mosselen geldt dan ook dat het moeilijk is de locaties met elkaar te vergelijken, omdat er sprake is van verschillende verblijftijden van de boeien in de waterkolom en omdat er op verschillende momenten in het jaar is bemonsterd. De mosselen in de Voordelta zijn verreweg van de slechtste kwaliteit. Kwaliteit van de mosselen in de Voordelta is enkel op basis van mosselen die zijn bemonsterd in februari. Februari is na het winterseizoen, mosselen zijn dan over het algemeen erg mager. Daarom is de kwaliteit van deze mosselen niet goed te vergelijken met de andere locaties. De mosselen op boeien in locatie Schiermonnikoog hebben een matige kwaliteit, het vleesgehalte ligt rond de 15%. De kwaliteit van de mosselen in de overige gebieden is beter; vleesgehaltes liggen tussen de 15% en de 25%. Met betrekking tot groei is het moeilijk aan te geven waarom op een bepaalde locatie geen grote mosselen zijn

aangetroffen. Het is in ieder geval niet zeker dat dit komt door een langzame groei. Ten eerste is het moment van broedval is nu een aanname, er is in geen van de gevallen bekend wanneer mosselbroed zich echt heeft gevestigd. Zo schijnen mosselen makkelijker te hechten aan oude boeien dan aan nieuwe of net geveerde boeien. Het afwezig zijn van grote mosselen op de locaties West Den Helder I zou ook een gevolg kunnen zijn van het afvallen van mosselen. Doordat de mosselen zelf te groot zijn geworden, het is namelijk niet onwaarschijnlijk zijn dat de grote mosselen op deze locaties reeds van de boeien zijn gevallen. Dit verschijnsel wordt ook waargenomen bij boorplatforms (Richardson & Seed, 1990). Het afvallen van mosselen van een bepaalde grootte wordt ook waargenomen bij de mosselzaadvanginstallaties op het Malzwin. Ook kan het zijn dat er nieuw zaad op oude mosselen valt waardoor het geheel topzwaar wordt en van de boeien afvalt. Van de locaties Hollandse kust 1 en 2 kan wel worden gesteld dat de groei goed was.

Tijdens een onderzoek naar aangroei van mosselen op boorplatforms in de Noordzee voor de kust van Groot-Brittannië werden regelmatig mosselen aangetroffen tot een diepte van 30 m (Crisp, 1981). Uit de resultaten van de kettingen kan worden geconcludeerd dat voor de Hollandse kust mosselen in ieder geval tot en met 20 meter in de Noordzee kunnen voorkomen en groeien.

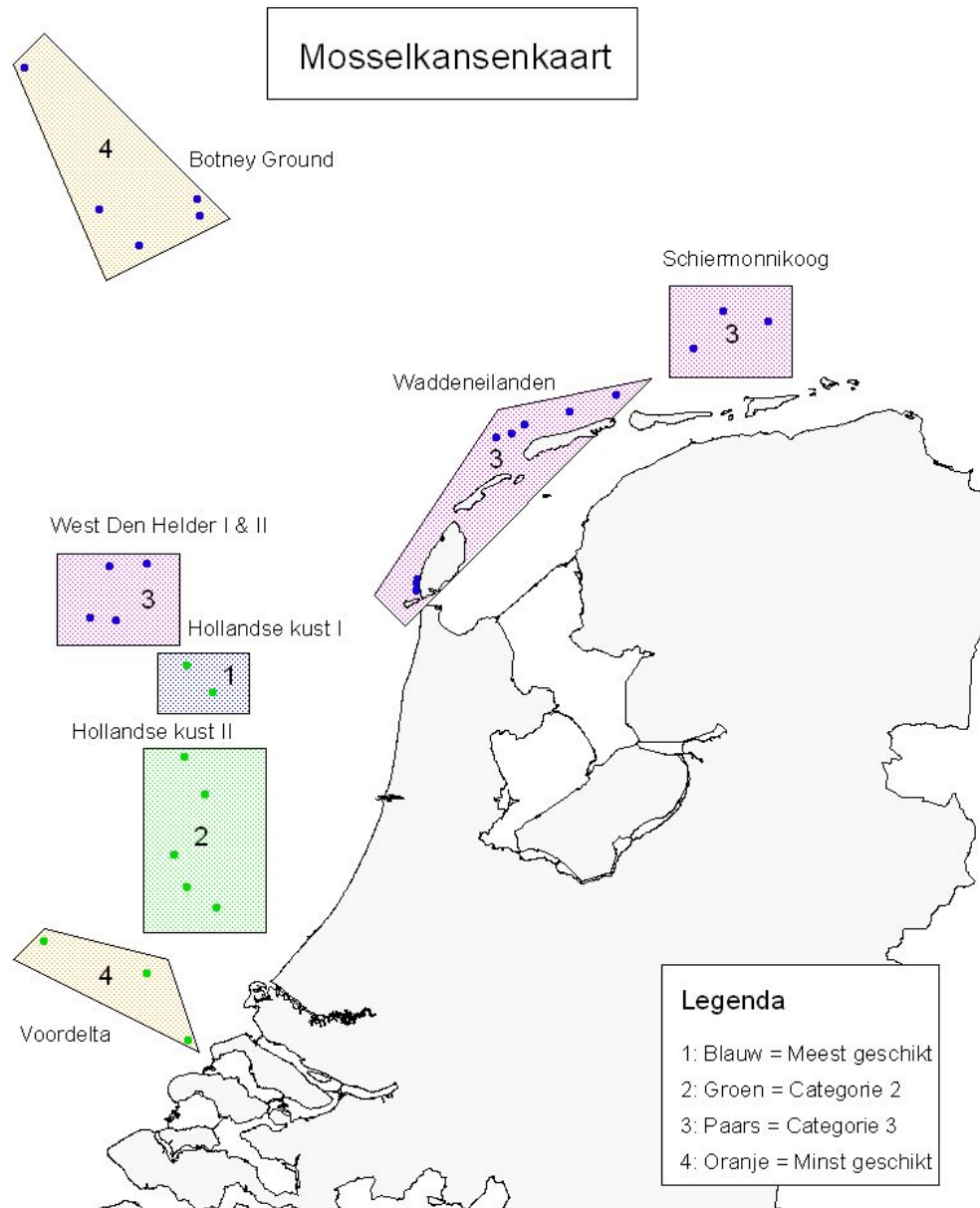
5 Discussie

5.1 Mosselkansenkaart

Op basis van de gevonden resultaten kan worden geconcludeerd dat mosselteelt op open zee op kleine schaal technisch mogelijk is. Uit een inventarisatie van mosselen op boeien in de Noordzee bleek dat mosselen overal in de Noordzee voorkwamen. Tevens bleek dat op sommige locaties de mosselen erg snel groeien; binnen enkele maanden bereikten mosselen het consumptieformaat (> 4.5 cm).

Voor het invangen van mosselzaad is de hoeveelheid zaad die in potentie op de locatie zou kunnen settelen na zaadval het meest interessant. Langs de Hollandse Kust worden verreweg de meeste mosselen aangetroffen en met name in de categorie halfwas. Dit betekent dat deze locatie een goede plek zou kunnen zijn voor het invangen van mosselzaad. Andere locatie waar nog redelijke hoeveelheden mosselen worden aangetroffen zijn West- Den Helder en Schiermonnikoog. Het blijft echter moeilijk hier concrete locaties met veel en weinig zaadval aan te wijzen omdat de verschillende locatie op verschillende momenten in een jaar zijn bemonsterd en bovendien allen ook een verschillende groeiperiode in de waterkolom kennen.

Ondanks de voorbehouden konden de onderzochte gebieden worden ingedeeld naar geschiktheid voor mosselweek. Deze indeling wordt weergegeven als een zogenaamde *Mosselkansenkaart* (figuur 5.1). De meest geschikte locaties zijn de locaties langs de Hollandse Kust. Dit zijn de locaties die onder invloed kunnen staan van het voedselrijke water van de kusttrivier. De locatie Voordelta is moeilijk als locatie te beoordelen, doordat er weinig replica's zijn uit een vergelijkbare periode en de tijd van bemonsteren ongunstig was.



Figuur 5.1. De mosselkansenkaart.

5.2 Haalbaarheid

De mosselkansenkaart geeft een eerste indruk van potentieel geschikte locaties voor mosselkweek. Om geschiktheid van locaties voor de kweek van mosselen of de invang van mosselzaad zullen echter wel eerst op beoogde locaties specifieke bepalingen moeten worden gedaan. Tijdens een dergelijke proef zal gedurende een bepaalde vaste periode mosselen moeten worden gevolgd vanaf het moment van settelen totdat ze 'rijp' zijn om te oogsten.

De haalbaarheid op grote schaal en de commerciële haalbaarheid moet nog bewezen worden. Een pilotproject van 3 à 4 jaar, dat liefst op verschillende locaties wordt uitgevoerd, kan hier

meer duidelijkheid over verschaffen. Reeds tijdens de pilot fase kan ook een goede regelgeving worden uitgewerkt. Na het pilotproject kan een uitspraak worden gedaan over de potentie voor mosselteelt op de Noordzee. Indien deze uitspraak positief is volgt een ontwikkelingsfase van 10-15 jaar. Naast mosselen kan ook de teelt van andere soorten schelpdieren worden overwogen.

De economische haalbaarheid van mosselcultuur bij multifunctionele windmolenparken zal in belangrijke mate afhangen van de technische oplossingen voor de extreme condities welke voorkomen in open zee. Belangrijke factoren zijn onder andere: stroomsnelheden (normaal, piek- of stormbelasting), golfhoogte, duurzaamheid materialen, maximale belasting, bevestigings- of veranker-systemen, duurzaamheid aanhechting mosselen, enz). De omstandigheden op de Noordzee zijn over het algemeen ruw met stroming tot 4 m per sec en golfhoogtes van 5-8 m in stormen die weken duren.

Samenvattend betekent dit dat voor een succesvolle mosselteelt op de Noordzee aan een aantal voorwaarden moet worden voldaan:

- voldoende stevige constructie
- voldoende voedsel voor de mosselen
- voldoende aanbod van mossellarven (in het geval van mosselzaad invang)
- geen vervuiling
- voorkomen van verlies door mosselen die van de touwen af vallen
- betrouwbare oogstmethode
- relatief kleine afstand tot kust i.v.m. frequentie dat constructie bereikt kan worden
- infrastructuur voor vervoer mosselen aan kust aanwezig

Wanneer aan deze voorwaarden wordt voldaan is er nog geen garantie dat de methode op de Noordzee op commerciële schaal werkt. Het ontbreken van commerciële voorbeelden wereldwijd geeft aan dat hier sprake is van een recente ontwikkeling waar nieuwe methoden voor moeten worden uitgewerkt.

Voor schelpdierinstallaties zijn in beginsel twee vergunningen nodig; één op grond van de 'Wet Beheer Rijkswateren' en één op basis van de 'Visserijwet'. Om de vergunningverlening goed te laten verlopen hebben RWS -DNZ en LNV beide een vertegenwoordiger schelpdierkweek aangewezen. Hun belangrijkste taak is om te komen tot afstemming tussen beide ministeries bij het verlenen van de vergunningen.

In de 'Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve zone' (Staatscourant 29 december 2004, nr. 252 / pag. 19) is in Hoofdstuk 4, artikel 8 is bepaald dat rondom installaties (windturbinepark) met toepassing van dat wetsartikel een veiligheidszone wordt ingesteld en de toegang tot de installatie volledig wordt beperkt. Dit

is in overeenstemming met artikel 60, vierde lid, van het VN-Zeerechtverdrag. Buiten de bevoegde ambtenaren en degenen die op grond van vergunningvoorschriften op of bij de installatie aanwezig moeten zijn, bijvoorbeeld voor het verrichten van onderhouds- c.q. herstelwerkzaamheden, heeft geen ander toegang tot de veiligheidszone. Dit betekent overigens niet dat andere gebruiksfuncties in het gebied nooit mogelijk zijn. Voor het reeds vergunde windpark Q7-WP zullen de fundaties gebruikt worden om mosselzaad te kweken. Combinatie van het windpark met andere gebruiksfuncties dient echter altijd afgestemd te worden met de eigenaar van het windpark. Daarnaast heeft de overheid als bevoegd gezag (in het kader van bijvoorbeeld de Wet beheer rijkswaterstaatswerken) ook instrumenten om te reguleren (persoonlijke communicatie Ronald van den Heuvel, RWS-DNZ).

6 Literatuur

- Buck, B.H., 2002. Open Ocean Aquaculture und Offshore Windparks. Eine Machbarkeitsstudie über die multifunktionale Nutzung von Offshore-Windparks und Offshore-Marikultur im Raum Nordzee. Berichte zur Polar- und Meeresforschung 412.
- Crisp, D.J., 1981. General considerations; Marine fouling and offshore structures. Two day conference. Volume 1; session I & session II.
- Danioux C.; Bompais X.; Paquotte P.; Loste C. . Offshore mollusc production in the Mediterranean basin . In Muir J. (ed.), Basurco B. (ed.) . Mediterranean offshore mariculture . Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000. p. 115-140
- Dewey, B., 2002. Letter of Pacific Shellfish Institute to S-K Program Manager.
- Hoagland, P., H.L. Kite-Powell & D. Jin, 2003. Business planning handbook for the ocean aquaculture of blue mussel. Marine Policy Center WHOI
- Kamermans, P., Bouma, S., Veen, S.M., 2002. Evaluatie van de mosselhangcultures in de Oosterschelde. RIVO-rapport: C025/02.
- Kramer, K.J.M., H.A. Jenner & D. de Zwart, 1989. The valve movement respons of mussels: a tool in biological monitoring. Hydrobiologia 188/189: 433-443
- Lloyd, B.D., 2003. Potential effects of mussel farming on New Zealand's marine mammals and seabirds: a discussion paper. Department of Conservation
- Luiten, 2004. Zee in zicht. Zilte waarden duurzaam benut. STT / Beweton publicatie nr. 67.
- MURSYS-Umweltreportsystem: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/index.jsp>
- Nagada Consultants, 2002. Deepwater shellfish aquaculture – an economic profile.
- Peeters J.C.H., H. Haas, L. Peperzak & L.P.M.J. Wetsteyn, 1991. Limiting factors for phytoplankton in the North Sea. Water Science Technology. Volume 24, No. 10, pp. 261-267.
- Peperzak, L., Snoeijer, G.J., Dijkema, R., Gieskes, W.W.C., Joordens, J., Peeters, J.C.H., Schol, C., Vrieling, E.G. and Zevenboom, W., 1996. Development of a *Dinophysis acuminata* bloom in the river Rhine plume (North Sea). In: T. Yasumoto, Y. Oshima and Y. Fukuyo (eds): Harmful and Toxic Algal Blooms, UNESCO, Paris: 273-276.
- Richardson C.A. & R. Seed, 1990. Predictions of mussel (*Mytilus Edulis*) Biomass on an offshore platform from single population samples. Biofouling. Vol. 2, pp. 289-297.
- Ross, B.P., 2000. Manipulating of feeding behaviour of diving ducks at mussel farms. Phd thesis, University of Glasgow.
- Seed, R. & Suchanek, T.H., 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, volume 25. Gosling, E. (ed.), Elsevier, 87-170.

- Smit M.G.D., A.Weber & V.G. Blankendaal, 2003. Analyse en biologisch beheer van het watersysteem in het vogelpark Avifauna. TNO-rapport R 2003/374.
- Tap S., B. Hartog, T. Greutink, M. Snijdelaar, T. Brandwijk, H. Kakebeeke, 2005. Evaluatie monitoring sanitaire kwaliteit schelpdieren. Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. Directie Kennis. Rapport DK, nr. 2005/dk009, Rapport TNO Voeding, nr. V6301.
- Widdows, J. and P. Donkin, 1992. Mussels and environmental contaminants: Bioaccumulation and physiological aspects In: The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, volume 25. Gosling, E. (ed.), Elsevier, :383-424.

Bijlage 1

Coördinaten en namen van de bemonsterde boeien:

Naam Boei	NB (gr.dec)	OL (gr.dec)	Datum bemonstering	Bemonsterd door:
BP7	52.909	3.409	09/11/2004	TNO
BR/S	52.915	3.301	09/11/2004	TNO
BR/N	53.049	3.375	09/11/2004	TNO
nam23	53.059	3.538	09/11/2004	TNO
OM6	54.336	2.937	08/12/2004	TNO
BG2	53.976	3.287	08/12/2004	TNO
BG3	53.885	3.466	08/12/2004	TNO
BG4	54.007	3.715	08/12/2004	TNO
BG/E	53.963	3.731	08/12/2004	TNO
TE/C	53.727	6.025	09/12/2004	TNO
TE7	53.700	6.225	09/12/2004	TNO
TE5	53.630	5.895	09/12/2004	TNO
TG	53.402	5.039	11/04/2005	TNO
BR	53.511	5.559	11/04/2005	TNO
TS	53.469	5.359	11/04/2005	TNO
wreck s'fels	53.436	5.162	11/04/2005	TNO
wreck otto	53.411	5.105	11/04/2005	TNO
MG6	53.021	4.699	12/04/2005	TNO
MG4	53.031	4.701	12/04/2005	TNO
MG5	53.021	4.696	12/04/2005	TNO
MG5	53.021	4.696	12/04/2005	TNO
MG9	53.003	4.695	12/04/2005	TNO
MG10	53.003	4.698	12/04/2005	TNO
P/15 E-1	52.1724	3.86741	24/11/2004	RIVO
P/15 E-2	52.1721	3.869	24/11/2004	RIVO
P/15 F-1	52.3065	3.68496	24/11/2004	RIVO
P/15 F-2	52.3058	3.68612	24/11/2004	RIVO
P/15 G-1	52.2232	3.73917	24/11/2004	RIVO
P/15 G-2	52.2226	3.74094	24/11/2004	RIVO
A-NE	52.4659	3.81033	28/01/2005	RIVO
AM-3	52.5613	3.71705	28/01/2005	RVO
MO-10	52.7992	3.72162	28/01/2005	RIVO
MO-12	52.7284	3.83449	28/01/2005	RIVO
MW-2	52.0728	3.14199	08/02/2005	RIVO
Euro 9	51.9967	3.5834	25/07/2005	RIVO
SH	51.8249	3.7621	25/07/2005	RIVO