

Evaluatie van de mosselzaadinvang (MZI) proefperiode 2008

Pauline Kamermans & Aad Smaal

Rapport C022/09



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

Vestiging Yerseke

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK 's-Gravenhage

Publicatiedatum: februari 2009

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2009 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen 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.

A_4_3_1-V5.2

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	6
1.1. Achtergrond en probleemstelling.....	6
1.2. Kennisvragen.....	7
1.3. Opzet van de evaluatie	7
1.4. Angeleverde informatie.....	7
2. Overzicht van pilot studies.....	9
2.1 Experimenten in de Waddenzee	11
2.2 Experimenten in de Oosterschelde	14
2.3 Experimenten in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer	15
2.4 Experimenten in de Voordelta	15
3. Biologische productiviteit	16
3.1. Oogst gegevens	16
3.2. Nadere vergelijking van oogstresultaten van de pilots	19
3.2.1. Effect van type systeem op opbrengst.....	19
3.2.2. Effect van locatie op opbrengst.....	20
3.3. Conclusies	21
4. Ecologische inpasbaarheid	23
4.1. Milieueffecten op basis van praktijkgegevens	23
4.2. MZI effecten op draagkracht.....	23
4.3. Conclusies	27
5. Benodigd MZI onderzoek in de periode 2009-2013	28
6. Kwaliteitsborging	31
Referenties	32
Verantwoording	33
Bijlage A. Kaarten	35
Bijlage B. Technische resultaten en ervaringen met de verschillende invang-technieken in 2008.....	41

Samenvatting

De evaluatie van de MZI resultaten van de proefperiode 2008 vormen een aanvulling op de MZI evaluatie van de proefperiode 2006-2007 (Scholten *et al.*, 2007).

Voor de evaluatie van de mogelijkheden voor opschaling van MZI is de door de MZI ondernemers geleverde informatie gebruikt om een overzicht van alle pilot experimenten 2008 te verkrijgen, inclusief een beschrijving van de gebruikte systemen, oogstgegevens uitgedrukt in opbrengst per hectare effectieve productie ruimte, een beschrijving van effecten op het milieu voor zover beschreven in de aangeleverde MZI rapportages.

De behandelde kennisvragen zijn:

- Wat is de totale oogst aan MZI zaad in 2008?
- Hoe is deze oogst verdeeld over de deelgebieden zoals die zijn gedefinieerd in de MZI evaluatie van de proefperiode 2006-2007?
- Welk percentage van het vergunde gebied wordt benut in 2008?
- Wat is de productie aan MZI zaad uitgedrukt per hectare effectieve productie ruimte in de verschillende deelgebieden?
- Verschilt de opbrengst per gebruikte techniek?
- Zijn er effecten van de MZI installaties en activiteiten op het milieu gerapporteerd?

Ook wordt ingegaan op de mogelijk effecten van MZI-installaties op de draagkracht van Waddenzee en Oosterschelde. Dit vanwege de nadere invulling van het MZI beleid en mogelijke areaalgroottes en een rechtvaardige locatie verdeling in de Nederlandse kustwateren in het opschalingstraject.

De kennisvraag is:

- Welk percentage van de totale draagkracht wordt benut door het MZI zaad in de Waddenzee en de Oosterschelde in 2008?

Daarnaast wordt de vraag beantwoord welk onderzoek in de periode 2009-2013 nodig is om in 2013 de eerste fase opschaling goed te kunnen implementeren.

In 2008 zijn 21 pilot studies uitgevoerd in de westelijke Waddenzee (11), oostelijke Waddenzee (3), Oosterschelde (6), Voordelta (3), Grevelingenmeer (1) en Veerse Meer (1). Hierbij is gebruik gemaakt van systemen die met een vaste constructie met de bodem verbonden zijn (bodemconstructies) en systemen die zijn opgehangen aan een drijvende constructie (off bodemconstructies). Deze drijvende constructies zijn via lijnen met ankers of betonnen blokken verbonden met de bodem. De vaste constructies zijn onder te verdelen in verticale invangsystemen rond een paal of in een rek, en horizontale invangsystemen die boven de bodem zijn gespannen. De drijvende constructies zijn naar de aard en omvang van de drijvers onder te verdelen in constructies met tonnen of drijvers. Het soort substraat dat is gebruikt in de verschillende systemen is netten of touwen.

De invang van mosselzaad laat een toename in totale MZI oogst zien van 1,1 milj. kg in 2006, naar 2,2 milj. kg in 2007 en 4,2 milj. kg in 2008. De vergunde ruimte was 366 ha in 2006, 526 ha in 2007 en 565 ha in 2008. De effectieve productie ruimte is toegenomen van een kleine 25 ha in 2006, en ruim 65 ha in 2007 tot bijna 105 ha in 2008. De meest productieve gebieden zijn de westelijke Waddenzee (46.000 kg/ha), oostelijke Waddenzee (41.000 kg/ha) en Oosterschelde (38.000 kg/ha). Deze gemiddelde opbrengst in 2008 van 41.000 kg per ha ligt nog onder de te verwachten opbrengst voor de toekomst van 100.000 kg/ha zoals vermeld in het evaluatierapport 2006/2007. De variatie tussen projecten en locaties is groot, maar er is minder variatie bij beproefde systemen dan bij nieuwe systemen. De hoogte van de opbrengst is vooral een resultaat van het gekozen systeem en in mindere mate een effect van de gekozen locatie. Door meer gebruik te maken van goed presterende nieuwe systemen zou opbrengst verhoging tot de mogelijkheden kunnen behoren. Ook de opbrengst per werkelijk ruimtebeslag is te verhogen door een relatief groter aandeel effectieve productieruimte binnen vergunde ruimte te realiseren. Momenteel is dit 19%, maar dit zou verhoogd kunnen worden tot 40%. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met een eventueel schaduw effect. Dat wil zeggen dat bij een hoge dichtheid van MZI installaties de opbrengst in het midden van het veld minder kan zijn vanwege een negatieve invloed van de omringende mosselen op het voedselaanbod. Het optimale aantal installaties binnen het vergunde gebied zal per locatie moeten worden vastgesteld. Naast deze optimalisatie van de techniek is het van belang dat eventuele verschillen in de opbrengst van kweek uit zaad van MZI's en kweek uit gevist zaad worden meegenomen in de prognoses. De in 2008 behaalde oogstresultaten geven vanuit het perspectief van biologische productie geen aanleiding om af te wijken van de in het evaluatierapport 2006/2007 voorgestelde traject van stapsgewijze opschaling.

De MZI ondernemers hebben geen duidelijke effecten van de MZI-installaties op vogels of zeehonden of op de bodemstructuur geregistreerd. Het aantal observaties was klein en niet gestructureerd. Meer gedetailleerde informatie is nodig om conclusies te kunnen trekken over milieueffecten van MZI's.

In 2008 is in de Waddenzee ca 2.7 miljoen kg MZI zaad geoogst en in de Oosterschelde 1.1 miljoen kg. Daaraan voorafgaand is er na de settling groei en sterfte opgetreden. Op basis van een modelberekening is de ontwikkeling van het MZI bestand gereconstrueerd. Dit bestand legt beslag op het aanwezig voedsel. Dit is geschat aan de hand van de filtratiedruk en de food conversion ratio. Dan blijkt dat het beslag op het voedsel gedurende de groeiperiode ca 0.5 – 1 % van het totaal geproduceerde voedsel heeft bedragen. Dit is op ecosysteem nivo verwaarloosbaar. Nadere gegevens zijn nodig om conclusies te kunnen trekken over effecten op lokaal en stroomgeul schaalnivo. Wat betreft de evaluatie van de draagkracht kan uit de gegevens van 2008 worden afgeleid dat de uitgangspunten voor de berekening in het evaluatierapport 2006/2007 gehandhaafd kunnen blijven. De conclusies uit de eerdere rapportage behoeven wat draagkracht betreft geen aanpassing op basis van de nieuwe gegevens. Het is wel zo dat de evaluatie veeleer op berekeningen dan op gegevens is gebaseerd, mede omdat de informatie vanuit de individuele projecten over bijvoorbeeld de groei van de mosselen, zeer beperkt was en niet toereikend om de berekeningen nader te onderbouwen.

Bij de opschaling van zaadinvang met MZI-systemen is een aantal onzekerheden en kennislacunes aanwezig.

Kennisvragen omtrent optimalisatie MZI gebruik en effecten van MZI's op de omgeving betreffen:

- draagkracht door filtratie van fytoplankton en recycling van nutriënten
- depositie op de bodemstructuur en bodemfauna
- verstoring of aantrekkende werking van MZI-systemen en activiteiten voor vogels, zeehonden, garnalen of de vorming van mosselzaadbanken
- zwerfvuil in de vorm van microplastics, boeien, touwen of netten

1. Inleiding

1.1. Achtergrond en probleemstelling

In 2005 is het schelpdiervisserijbeleid herzien in 'Ruimte voor zilte oogst'. Eén van de kernpunten in dit beleidsbesluit voor de schelpdiervisserij van 2005 tot 2020 is een verdere verduurzaming van de productie van mosselen in de Nederlandse kustwateren. De aandacht gaat vooral uit naar de mosselzaadvissers. Mosselzaad - jonge mosselen die de basis vormen voor duurzame mosselkweek op percelen in onze kustwateren – wordt steeds schaarser. Vanuit een ecologisch perspectief worden kritische kanttekeningen geplaatst bij de bevissing van mosselzaadbanken. Sinds enkele jaren levert deze bevissing van natuurlijke mosselzaadbanken onvoldoende uitgangsmateriaal op voor het kweekproces. Mosselkwekers hebben alternatieve mosselzaadbronnen nodig. Eén van de oplossingen die op korte termijn uitkomst zou kunnen bieden, is mosselzaadinvang (MZI) in mosselzaadinvanginstallaties (MZI-installaties). Om voldoende kennis en ervaring hiermee op te doen zijn experimenten uitgevoerd.

Vanaf 2001 is door enkele pioniers op praktisch schaal geëxperimenteerd met MZI-installaties. In 2005 gaf het ministerie van LNV, op advies van het Innovatie Platform Aquacultuur (IPA), toestemming aan meerdere innovatieve ondernemers om in een aantal pilotgebieden (de Waddenzee, de Oosterschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse Meer, en de Voordelta en de Noordzee) een keur aan verschillende MZI-systemen te beproeven: vaste (onder water) en drijvende (deels boven water) constructies, gebruik makend van netten of touwen om mosselzaad in te vangen.

Voor de MZI proefperiode 2006-2007 is Wageningen IMARES in 2007 gevraagd de MZI resultaten voor deze periode te evalueren. Dit heeft geleid tot het rapport "Perspectief voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren. *Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007*" (Scholten *et al.*, 2007). Het Ministerie van LNV heeft begin 2008 aan 20 projecten van Nederlandse ondernemers een vergunning verstrekt voor experimenten met mosselzaadinvang installaties (MZI) in de Nederlandse kustwateren. Behalve de 15 MZI projecten die al voor 2008 waren gestart, is eveneens een vergunning verstrekt aan een vijftal nieuwe projecten met alternatieve MZI technieken en/of op nieuwe locaties. Alle pilot vergunningen zijn alleen voor 2008 geldig. Deze MZI vergunningen zijn verstrekt onder de verplichting uiterlijk 15 november 2008 de MZI resultaten aan het Ministerie van LNV te rapporteren. Op grond van deze rapportages wil LNV aanvullende informatie verkrijgen op de MZI evaluatie 2006-2007 voor een verdere onderbouwing van het MZI beleid 2009-2013 in wording.

Voor het Ministerie van LNV en de sector is 2008 voor de MZI ondernemers een overgangsjaar geworden. Het is niet gelukt om met ingang van 2008 met een eenduidig MZI beleid voor opschaling 2008-2020 te komen. Vanuit de schelpdiersector is na de zomer 2008 een concept voorstel opgesteld, hoe het opschalings- en locatie verdelingsvraagstuk 2009-2020 mogelijk te realiseren is. Hiervoor zijn ook bouwstenen aangeleverd vanuit de in 2008 opgerichte Kenniskring MZI (van, door en met de kwekers). Voor de MZI proefperiode 2008 is Wageningen IMARES gevraagd de rapportages van ondernemers te evalueren en met een aanvullende MZI evaluatie te komen.

1.2. Kennisvragen

De evaluatie van de MZI resultaten van de proefperiode 2008 vormen een aanvulling op de MZI evaluatie van de proefperiode 2006-2007 (Scholten *et al.*, 2007).

Voor de evaluatie van de mogelijkheden voor opschaling van MZI is de door de MZI ondernemers geleverde informatie gebruikt om een overzicht van alle pilot experimenten 2008 te verkrijgen, inclusief een beschrijving van de gebruikte systemen, oogstgegevens uitgedrukt in opbrengst per hectare effectieve productie ruimte, een beschrijving van effecten op het milieu voor zover beschreven in de aangeleverde MZI rapportages.

De behandelde kennisvragen zijn:

- Wat is de totale oogst aan MZI zaad in 2008?
- Hoe is deze oogst verdeeld over de deelgebieden zoals die zijn gedefinieerd in de MZI evaluatie van de proefperiode 2006-2007?
- Welk percentage van het vergunde gebied wordt benut in 2008?
- Wat is de productie aan MZI zaad uitgedrukt per hectare effectieve productie ruimte in de verschillende deelgebieden?
- Verschilt de opbrengst per gebruikte techniek?
- Zijn er effecten van de MZI installaties en activiteiten op het milieu gerapporteerd?

Ook wordt ingegaan op de mogelijk effecten van MZI-installaties op de draagkracht van Waddenzee en Oosterschelde. Dit vanwege de nadere invulling van het MZI beleid en mogelijke areaalgroottes en een rechtvaardige locatie verdeling in de Nederlandse kustwateren in het opschalingstraject.

De kennisvraag is:

- Welk percentage van de totale draagkracht wordt benut door het MZI zaad in de Waddenzee en de Oosterschelde in 2008?

Daarnaast wordt de vraag beantwoord welk onderzoek in de periode 2009-2013 nodig is om in 2013 de eerste fase opschaling goed te kunnen implementeren.

1.3. Opzet van de evaluatie

De evaluatie is gebaseerd op de rapportages van de 21 MZI experimenten uit 2008 die bij LNV zijn aangeleverd, aangevuld met zienswijzen en meningen van direct betrokkenen bij de ontwikkeling van MZI.

Het onderstaande schema (tabel 1.1) geeft nadere informatie over hoe de evaluatie is uitgevoerd.

Tabel 1.1. Fasering evaluatie.

Fase 1	2 ^e helft november – eind december 08	Informatie uit rapportages compileren Start analyse MZI rapportages 21 experimenteers
Fase 2	1 ^e helft januari 09	Afronden analyse MZI rapportages 21 experimenteers Opstellen onderzoeksplan 2009 -2013
	23 januari 09	Overleg met opdrachtgever
	30 januari 09	Workshop met MZI experimenteers 2008 en LNV
Fase 3	februari 09	Synthese van informatie tot eindrapportage

De beoordeling is gericht op het in beeld brengen van de perspectieven voor opschaling van MZI, gebaseerd op twee aspecten - het rendement en de inpasbaarheid:

- De biologische productiviteit (hoofdstuk 3)
- De ecologische inpasbaarheid in de Nederlandse kustwateren (hoofdstuk 4).

1.4. Aangeleverde informatie

In 2008 zijn 21 verschillende projecten uitgevoerd. Deze hebben allen een rapportage opgeleverd. De kwaliteit van de aangeleverde gegevens was wisselend. In het kader van het PRODUS 1c project is eind 2006 en begin

2007 in samenwerking met LNV en MZI ondernemers een checklist opgesteld gericht op de belangrijkste factoren voor evaluatie (Kamermans et al., 2008a).

Door LNV verleende vergunningen in verband met de Natuurbeschermingswet en Visserijwet stellen het verzamelen van een aantal gegevens verplicht:

- informatie over ecologische effecten
 - effecten op flora en fauna (met name de effecten op vogels en zeehonden)
 - effecten op bodemfauna
 - effecten op bodemstructuur
- informatie over de landschappelijke inpassing, bestaan uit ondermeer foto's en een overzichtsplattegrond;
- de totale oogst mosselzaad in m3 en kg;

Daarnaast is in oktober 2008 door LNV directie Visserij extra informatie gevraagd omtrent:

- informatie over het aantal systemen, de afstand tussen de systemen en de afstand tot de verankering in verband met berekening van de effectieve productieruimte;
- informatie over de periode dat er zaad aanwezig was op het systeem, de hoeveelheid zaad op verschillende tijdstippen en de grootte van het zaad in verband met draagkracht berekeningen.

In tabel 1.2 wordt weergegeven in hoeverre de rapportages deze informatie hebben geleverd. Het is opvallend dat lang niet alle rapportages de gewenste of zelfs de verplichte informatie hebben geleverd. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat de aanvullende vragen van de directie Visserij uit oktober 2008 in veel gevallen na afloop van het invang seizoen door de MZI ondernemers zijn ontvangen.

Cruciale ontbrekende informatie is alsnog d.m.v. telefonisch contact met de betreffende MZI ondernemers verkregen.

Tabel 1.2. Kwaliteit MZI rapportages. De onderwerpen van de MZI checklist voor ondernemers zijn in kolom 1 aangegeven. In kolom 2 wordt gemarkeerd wat door LNV verplicht is gesteld. Het percentage projecten dat voldeed aan de informatie voorziening is in kolom 3 weergegeven. Aantal zaad en grootte zaad 0x etc. geeft aan hoe vaak gedurende het invangseizoen het aantal mosselzaadjes en de grootte van dat zaad is gemeten.

MZI checklist	verplicht	percentage projecten
naam ondernemer en project	x	100
locatie (coördinaten)	x	100
diepte van locatie		10
aantal systemen	x	100
afmeting systeem	x	90
afstand tussen systemen	x	62
afstand tot verankering	x	90
type substraat		100
type verankering		67
totale hoeveelheid substraat		90
aantal zaad 0x gemeten		71
aantal zaad 1x gemeten		0
aantal zaad 2x gemeten		0
aantal zaad >2x gemeten	x	24
grootte zaad 0x gemeten		24
grootte zaad 1x gemeten		24
grootte zaad 2x gemeten		5
grootte zaad >2x gemeten	x	43
datum uithangen		76
datum oogst of aantal keer		100
totale oogst (m3 en kg)	x	90
landschappelijke inpassing (foto's, plattegrond)	x	76
effect op bodemdieren en structuur	x	14
effect op vogels en zeezoogdieren	x	57

2. Overzicht van pilot studies

In 2008 zijn 21 pilot studies uitgevoerd in de westelijke Waddenzee (11), oostelijke Waddenzee (3), Oosterschelde (6), Voordelta (3), Grevelingenmeer (1) en Veerse Meer (1). Appendix A geeft de locaties van de experimenten weer. Tabel 2.1. geeft een indeling van de MZI-projecten naar geografische locatie. De pilot studies zijn uitgevoerd op de reeds in 2007 vergunde locaties uitgebreid met vijf door de minister extra aangewezen locaties. Deze extra locaties testen ofwel een nieuw systeem (IMOTH, Mosselkweek Brabé) of een nieuwe locatie (SMY, Gebr. Steketee-Philpse, Mosselkweek Gebr. Steketee).

Om tot een duidelijk beeld van de verschillende aspecten van bestaande MZI-installaties te komen, is het nuttig de installaties te onderscheiden naar het type constructie en systeemeigenschappen die relevant zijn voor inpassing in het landschap. In eerste instantie is een onderscheid te maken tussen systemen die met een vaste constructie met de bodem verbonden zijn (bodemconstructies) en systemen die zijn opgehangen aan een drijvende constructie (off bodemconstructies). Deze drijvende constructies zijn via lijnen met ankers of betonnen blokken verbonden met de bodem. De vaste constructies zijn onder te verdelen in verticale invangsystemen rond een paal of in een rek, en horizontale invangsystemen die boven de bodem zijn gespannen. De drijvende constructies zijn naar de aard en omvang van de drijvers onder te verdelen in constructies met tonnen of drijvers¹. Voor de evaluatie van de invangcapaciteit zijn de verschillende MZI-installaties verder in te delen naar soort substraat: netten of touwen. Daarbij is de totale hoeveelheid uitgehangen substraat aangegeven in m² net of m touw. Dit geeft een indruk van de grootte van het project. Met het oog op landschappelijke inpasbaarheid wordt een onderscheid gemaakt tussen systemen die volledig onder water zijn, systemen met drijvende delen op het water en systemen die hoog boven het water kunnen uitsteken.

Tabel 2.1. Indeling verschillende MZI-projecten in een MZI-categorie.

	Substraat (hoeveelheid m ² net of m touw)	Submersed	Bodemconstructies		Off Bodemconstructies	
			Verticaal	Horizontaal	Drijvers ¹	Tonnen ¹
westelijke Waddenzee						
1. West-6	Net (15840)	Drijvend				X
2. Prins & Dingemanse	Net (27945)	Drijvend			X	
3. WIETEX	Touw (9600)	Palen boven water	X			
4. IMOZA	Net (15750)	Drijvend			X	
5. EMERGO	Net (4320)	Drijvend			X	
6. IMORO	Touw (0)	Palen bovenwater		X		
7. IMOTH (nieuw in 2008)	Touw (20300)	Drijvend			X	
8. MZI Wieringen	Touw (720)	Geheel onderwater	X			
9. Zeeparels	Touw (2500)	Geheel onderwater	X			
10. Mosselkweek In Open Zee	Touw (30)	Drijvend				X
11. Mosselkweek Barbé (nieuw in 2008)	Touw (??)	Geheel onderwater	X			
oostelijke Waddenzee						
4. IMOZA	Net (2625)	Drijvend	x		x	
12. SMY (nieuw in 2008)	Touw (1320)	Drijvend				X
13. Gebr. Steketee-Philpse (nieuw in 2008)	Touw (10000)	Palen bovenwater		X		X
Oosterschelde						
14. Neeltje Jans longtubes	Net (6000)	Drijvend			X	
14. Neeltje Jans long-lines	Touw (59300)	Drijvend				X
15. Vd Berg	Net (2063)	Drijvend			X	
16. Zoetewij / Dhooge	Touw (17800)	Drijvend				X
5. EMERGO	Net (4320)	Drijvend			X	
17. MIOS	Touw (28000)	Drijvend				X
18. Mosselkweek Gebr. Steketee (nieuw in 2008)	Touw (4000)	Drijvend				X
Veerse Meer / Grevelingen						
19. Van de Kreeke	Touw (339)	Onderwater	X			
20. Grevelingencultures	Touw (5040)	Onderwater	X			
Voordelta						
14. Neeltje Jans longtubes	Net (1500)	Drijvend			X	
21. Luime	Touw (??)	Drijvend				X
4. IMOZA (Roem van Yerseke)	Net (3000)	Drijvend			X	

1. Onder tonnen worden drijflichamen verstaan die bestaan uit long-line tonnen, aquacultuur tonnen of andere losse drijflichamen. Hierbij is het uitgangspunt dat het drijflichaam uit losse schakels bestaat, waarbij de drijflichamen met elkaar verbonden zijn door een bovenpees of één unit die voorziet in het drijfvermogen voor het verbonden of bevestigd invangstelsel. Drijvers zijn alle aaneengeschakelde drijflichamen, zoals buizen en drijflijnen.

In de volgende paragrafen wordt een korte omschrijving van de verschillende MZI-projecten gegeven geordend naar geografische herkomst: experimenten in het Waddengebied (2.1), de Oosterschelde (2.2), het Veerse Meer en het Grevelingenmeer (2.3) en Voordelta en de Noordzee (2.4).

2.1 Experimenten in de Waddenzee

2.1.1 WEST 6

West 6 experimenteert sinds 2000 in het Malzwin. In 2008 bestaat de MZI uit 48 netten van 110 meter lang en 3 meter diep. De netten worden drijvend gehouden met tonnen aan een longline en zijn middels staakabels en kettingen bevestigd tussen twee ankerpunten en. Een ankerpunt bestaat uit een holle stalenbuis met een diameter van ca. 40 cm, die verticaal in de bodem is verzonken.

2.1.2 Mosselzaadbedrijf Prins & Dingemanse

Prins & Dingemanse is in 2003 gestart met experimenten in 2003 in het Malzwin. In 2008 is gebruik gemaakt van hetzelfde MZI concept, het Easy farm systeem, zoals dat ontwikkeld is in de periode 2002-2006. Er zijn 81 netten geplaatst. Er zijn enkele aanpassingen uitgevoerd aan de bevestiging van de onderpees aan de bovenpees en aan de bevestiging van de voorloop-pezen aan de ankerketting. Door het dubbelgebruik van de ankers zijn er minder ankers benodigd, alsmede zijn de daarmee gepaard gaande operationele kosten verlaagd. Door dit dubbelgebruik is in 2008 de ruimte tussen de (gepaarde) lijnen teruggebracht tot 15 meter. Hierdoor kan er bij een gelijkblijvende oppervlak meer mosselzaad worden ingevangen. Om een grotere bedrijfszekerheid te realiseren (mede ten aanzien van mogelijke calamiteiten) is er een extra pees geplaatst tussen de gepaarde lijnen.

2.1.3 WIETEX

Het WIETEX-consortium voert sinds 2005 MZI-proeven uit in de Waddenzee. De in 2008 gebruikte MZI-installaties bestaan uit korven die zijn gemonteerd op in de bodem bevestigde palen. Op de palen bevindt zich een spoel of korf van 4,5 meter hoog en 2,6 meter in doorsnede. Deze spoel is omwikkeld met 320 meter invangtouw, waarbij tussen de touwen een afstand van enkele centimeters in acht is genomen. De korf is zodanig gemonteerd dat deze vrijwel geheel onder de waterspiegel ligt. Om zaad en halfwasmossele te scheiden zijn de korven op oogstmomenten opgehaald en geschraapt. De korven zijn in rijen geplaatst met een onderlinge afstand van een meter. Tussen de rijen werd tweeënhalve meter vrijgehouden. Op Texelstroom zijn 32 korven geplaatst en in het Malzwin 30. De korven in het Malzwin worden gebruikt voor zaadinvang en korven op locatie Texelstroom voor doorkweek van het zaad tot consumptieformaat.

2.1.4 IMOZA

Het IMOZA consortium bestaat uit de bedrijven De Rooij Mosselkweek, Roem van Yerseke en De Koning en komt voort uit de werkgroep Verbetering Broedval Mosselen die in 2001 en 2002 actief was met MZI experimenten in Waddenzee en Oosterschelde.

2.1.4.1 De Rooij Mosselkweek

In 2008 werd gebruik gemaakt van het Easy Farm en het Smart Farm systeem. Het Easy farm systeem onderscheidt zich van het Smart Farm systeem door een kleinere maaswijdte van het net (45 mm, vierkant geboet). De basis van het Easy Farm systeem bestaat uit een net van 100 meter lengte en 3 meter hoogte welke bevestigd is aan een zogenaamde "floaterpipe". Deze floater wordt verankerd in de zeebodem door een tweetal ankers, op ieder uiteinde van de floater. De afstand tussen de systemen is 30 meter en de afstand tussen de verankering en de MZI was ook 30 meter. Verspreid in de Waddenzee liggen 5 locaties: Bollen 2 systemen, Malzwin 2 systemen, Vlieter 3 systemen, Stompe 2 systemen en twee mosselpercelen in Doove Balg 11 systemen.

2.1.4.2 Roem van Yerseke en De Koning

Het gebruikte mosselzaad invang systeem is het zogenaamde SmartFarm-systeem. Het bestaat uit drijvende zwarte buizen van 125 meter en 30 cm diameter. Aan de buizen is doormiddel van lussen een drie meter breed net bevestigd. Het net, met eveneens een lengte van 125 meter, is gemaakt van nylon en heeft een maaswijdte van 17.5 cm. Het systeem wordt drijvend gehouden door middel van lucht in het buizensysteem, waardoor er geen extra boeien nodig zijn. Aan beide uiteinden wordt een gele boei (volume 1 m³) bevestigd welke een markeringsfunctie voor de kopse einden heeft. Vanaf de boeien wordt een verankering lijn naar een betonnen verankering van circa 2 ton geleid, waarna de verankeringlijn naar een anker loopt.

Dit anker is daarnaast gemarkeerd met een gele markeringsboei. Aan weerszijden is vanaf de markeringsboei tot aan de verankeringmarkering een afstand van maximaal 40 meter nodig. De volgende locaties zijn gebruikt: Bollen 5 systemen, Malzwin 5 systemen, Vlieter 4 systemen, Stompe 5 systemen, Verversgat 7 systemen, Zoutkamperlaag 7 systemen en Andel Bult 7 systemen.

2.1.5 EMERGO

EMERGO experimenteert sinds 2006 in de Waddenzee. In 2008 is het systeem een door hen zelf ontwikkeld "folded longlines" systeem. Elk systeem bestaat uit 3 netten van 40 bij 3 meter met een totaal oppervlak van 360 m². De totale lengte inclusief verankering is 190 meter. Er werden gekoppelde buizen gebruikt waaraan het netwerk werd bevestigd. Na gebruik is minder ruimte voor opslag van deze buizen nodig dan wanneer de buizen uit één stuk bestaan. In de Waddenzee (mosselpercelen Scheurak 30 en 32) zijn 12 systemen geplaatst. Voor de verankering zijn HHP ankers (ploegankers) gebruikt.

2.1.6 IMORO

Sinds 2007 voert IMORO experimenten uit. De opstelling van IMORO bestaat uit twee rijen parallel opgestelde palen waar omheen een ketting is gespannen. De tafelvormige opstellingen zijn 2x5 meter breed en 100 meter lang en zijn onderverdeeld in 10 vakken waarin het van tevoren klaargemaakte touwwerk kan worden opgespannen. De palen komen met laagwater net boven het water uit (max. 0,5 meter). De touwen zijn zodanig vastgemaakt dat deze bij laagwater net onder water blijven. Redenen daarvoor zijn te voorkomen dat bij droogstand het substraat gaat doorhangen; het minimaliseren van de zichtbaarheid van de MZI en het voorkomen van predatie door meeuwen. De gepleegde aanpassing voor 2008 hield in dat de palen iets ruimer (ca 1 meter per paal) uit elkaar zijn gezet, waardoor het beter mogelijk was het collector touw op te spannen. Als substraat voor het invangen van mosselzaad is X-mas-rope gebruikt, waarvan een gedeelte verzwaard was met lood. In beide opstellingen is 2 x 5000 = totaal 10.000 Xmas-rope opgehangen, met een onderlinge afstand tussen de touwen van 20 cm. De gebruikte locaties betreffen de mosselpercelen Inschot 7 en Oosterom 31.

2.1.7. IMOTH

Dit is een nieuw project in 2008. In het IMOTH-systeem vindt de invang van mosselzaad plaats op touwen die horizontaal zijn opgespannen tussen 6 meter lange kunststof (PE) buizen. De onderlinge afstand tussen de achter elkaar gelegen buizen is 10 of 15 meter. Op de locatie mosselperceel Meep 25 zijn 2 lijnen van elk 8 vakken en met een totale lengte van 100 meter neergelegd. In het mosselperceel Scheer 13 zijn dat drie lijnen van 4 vakken en een lengte van 50 meter. Op de IMORO locaties Inschot 7 en Oosterom 31 is elk 1 lijn neergelegd met resp. een lengte van 50 en 65 meter. De buizen aan de kopse einden van de lijn zijn verbonden aan een verankerde boei. Inclusief de verankering hebben de opstellingen daarmee een totale lengte van respectievelijk 120, 70, 70 en 85 meter. Over de vier opstellingen is in totaal 20.000 meter X-mas-rope opgehangen en ca. 300 meter invangtouw van de Belgische firma Besco. De onderlinge afstand tussen de touwen is ca. 50 cm, waarbij aan de touwen lussen zijn bevestigd om het invangoppervlak te vergroten.

2.1.8 MZI Wieringen

Sinds 2007 worden experimenten uitgevoerd. De gekozen MZI-methode is te kenmerken als een ondergedompeld invang- en oogststelsel. De constructie is geplaatst op de mosselpercelen Wieringen 36 en 37 en bestaat uit 2 kooien van 3x3x2,5 meter met collectoren. De hoogte van de kooi is afhankelijk van de diepte van de locatie. Bij laagwater moet er minimaal 1 meter water boven de kooi staan, om te voorkomen dat bij slecht weer het gecollecteerde zaad wegspoelt. De kooien zijn ongeveer 0,5 meter boven de bodem geplaatst om predatie van krabben en zeesterren zoveel mogelijk te voorkomen. Aan zowel de boven- als onderkant van de kooien bevindt zich een frame waartussen de collectortouwen gespannen zijn. Een van de kooien heeft tussen deze frames nog een zogeheten oogstplaat: een plaat met gaten waar de touwen doorheen lopen. De oogst kan plaatsvinden door de plaat over de touwen te bewegen waardoor het zaad van de touwen wordt gestript. Om het effect hiervan te bepalen is bij de tweede kooi geen oogstplaat geplaatst. Er is 360 meter collector touw in de MZI constructie geplaatst (totaal 720 m). De frames zijn uit staal vervaardigd, de collectoren zijn van polypropyleen van het type fuzzy-rope (gerafeld touw). Om er voor te zorgen dat de constructies op locatie blijven liggen, zijn dit jaar als verankering spudpalen geplaatst in het midden van de kooi. Na het plaatsen worden de spudpalen ongeveer 1,5 meter in de bodem gespoten. Verder staan de kooien los van de bodem.

2.1.9 De Zeeparels

De Zeeparels zijn in 2006 begonnen in de Oosterschelde en in 2007 verder gegaan in de Waddenzee. In 2008 zijn de experimenten uitgevoerd op de mosselpercelen Scheurak 64 en Doove Balg 19. Op elk van de locaties zijn twee typen opstellingen geplaatst. In beide opstellingen wordt gewerkt met metalen rekken met een oppervlak van ca 2 m² waarom Xmas-rope is gewikkeld als collectormateriaal. Op de vier opstellingen is in totaal 2500 meter Xmas-rope aangebracht. De rekken zijn bevestigd aan een ijzeren buis welke in zijn geheel op de bodem wordt geplaatst. Daarbij verdwijnen de opstellingen geheel onder water. Het verschil tussen de opstellingen betreft het wel of niet gefixeerd zijn van de rekken met substraat aan de paal. In type A worden de rekken in sleuven geschoven, waardoor de rekken niet kunnen bewegen. Bij type B is aan de paal 1 rek zodanig bevestigd dat deze 360 graden kan draaien en dus op de stroom kan meebewegen. Voordeel van het laatste systeem is dat deze minder stroom vangt en daardoor mogelijk minder schadegevoelig is. Nadeel is met de werkwijze minder rekken per paal kunnen worden gebruikt, met echter weer als optie het (met de stroom meedraaiende) rek in oppervlak te vergroten. Bij plaatsen verdwijnen de opstellingen geheel onder water. Zichthinder beperkt zich tot de markering van de opstelling.

2.1.10 Mosselkweek In Open Zee

Mosselkweek In Open Zee test het gebruik van een Mosseldobber als invanginstrument voor mosselzaad. In de periode 2003-2006 werden experimenten uitgevoerd in de Oosterschelde en Voordelta en sinds 2007 in de Waddenzee. Een enkele dobber is voorzien van 6 strengen mosseltouw over de lengte van de dobber (5 meter). Verder is een streng spiraalsgewijs om de mosseldobber gewikkeld. Het drijvend vermogen is gemaximaliseerd door in de dobber meer "piepschuim" aan te brengen. De dobber kan nu 400 kg mosselen zwevend houden. Verankering is direct naar beneden. Het experiment is uitgevoerd in het Malzwin nabij boei M9 op de Waddenzee.

2.1.11. Mosselkweek Barbé

Dit is een nieuw project in 2008. Het invangstelsel mosselinvangstouw (M.I.T.) bevindt zich onder water, zijnde tenminste 2 meter onder de laagwaterlijn. Hierdoor wordt het stelsel volledig onttrokken aan de menselijke waarneming. Aan een grondanker wordt een mossel invangstouw bevestigd. Aan de andere zijde van het mossel invangstouw, zijnde het uiteinde gezien vanaf het grondanker, wordt een drijflichaam bevestigd met voldoende drijfvermogen om de maximaal te verwachten belasting, door mosselen en overige organismen, te compenseren. De locatie is in de Waddenzee nabij Texel (Malzwin).

2.1.12. SMY

Dit is een nieuw project in 2008. SMY is een samenwerkingsverband van 6 mosselkweekbedrijven uit Yerseke: Dhooge, Hoogstrate, Van Damme, Simos, Koster-Van de Bosch, Riedijk. Er werd gebruik gemaakt van het "continuous dropline systeem". Het systeem bestaat uit een dubbele lijn tot 5,5 m diep die drijvend wordt gehouden door grijze tonnen van een meter breed en ongeveer 200 liter inhoud. De tonnen zijn 3 meter uit elkaar aan de drijflijn gebonden, waarbij de drijflijnen aan beide zijden van de tonnen vastgemaakt worden. Aan de drijflijnen van 50 meter lengte is de continuous dropline (christmastoupe) opgehangen, met een totale lengte van 1320 meter. De MZI is geplaatst in de geul Zoutkamperlaag, iets ten weten van de Bantshaven bij Lauwersoog.

2.1.13. Gebr. Steketee-Philpse

Dit is een nieuw project in 2008. Het systeem bestaat uit een constructie waarbij ijzeren buizen van 50 cm doorsnede 7 meter de bodem in zijn gespoten en 9 meter boven de bodem uitsteken. Bij hoog water steken de palen nog een meter boven het wateroppervlak uit. De bevestiging van de drijflijnen aan de palen is een vast punt. Door enige speling en rek in de drijflijnen blijven deze vrij strak gespannen tussen de palen. De invangtouwen bestaan uit christmastoupe touw dat in lussen tussen de drijflijnen is gehangen. Er is gewerkt met verschillende tussenafstanden van het touw nl. 20, 25 en 30 cm. Langs de plaat Brakzand bij Lauwersoog is deze MZI installatie geplaatst.

2.2 Experimenten in de Oosterschelde

2.2.1 Neeltje Jans

Neeltje Jans experimenteert sinds 2005 in de Oosterschelde. Het onderzoek in 2008 heeft plaats gevonden op drie locaties in de Oosterschelde. Getest zijn opstellingen met enkele en dubbel long-lines en met PE-buizen als drijflichaam (Easy Farm). Als substraat voor het invangen van mosselzaad is in long-lines standaard invangtouw (Xmas-rope) gebruikt. Dit is aan de long-lines opgehangen in de vorm van dropping-lines (enkele touwen, elk verzwaard met een baksteen) en als oneindig substraat. De touwen hangen daarbij in het algemeen tot een diepte van 3 – 3.5 meter onder het wateroppervlak. Aan de buizen is gebruik gemaakt van knooploos netwerk (maaswijdte 5x5 cm) tot een diepte van 3 meter onder het oppervlak. In het Mastgat zijn 8 long-lines en 6 buizen geplaatst op een mosselperceel, in de Krammer 13 long-lines en in de Vuilbaard 14 buizen.

2.2.2 Van den Berg

Het systeem bestaat net als in 2007 (het eerste jaar van dit project) uit polyethyleen vloten. Deze bestaan uit een buis van 30 cm diameter en heeft een afmeting van 3 bij 4 meter. In deze vloten hangen 5 netten aan stalen kokkerbalken met een afmeting van 3.30 bij 5 meter. In 2008 zijn de netten aan de onderzijden opgespannen aan een ijzeren frame van 3.30 bij 2 meter. De vloten zijn verbonden aan een hoofdlijn met een onderlinge afstand van 21 meter. Elke lijn is verankerd aan een ploeganker van 400 kg en een ketting van 10 meter. De afstand tussen het anker en het eerste vlot bedraagt 20 meter. De totale lengte van anker tot anker is 190 meter. Er zijn 3 lijnen die 15 meter uit elkaar liggen geplaatst op het mosselperceel Mastgat 15. Elke lijn bevat 25 vloten.

2.2.3 Zoetewijj / Dhooge

Sinds 2006 worden experimenten uitgevoerd boven het visvak OSWD 31/32. Er werd gewerkt met de zgn. "continuous drop line systeem". Lijn 1 is Belgisch touw van 800 meter lengte waarbij tussen de lussen 40 cm afstand is gehouden. Lijn 2 en 3 bestaat uit X-mas touw van resp. 13000 en 4000 meter met eveneens tussen de lussen een afstand van 40 cm. Naar aanleiding van de resultaten en ervaringen uit 2006 en 2007 is besloten om de betonnen blokken van lijn 3 te vervangen door 2 ankers van 400 kg per stuk. De ankers zijn beter hanteerbaar dan de betonnen blokken.

2.2.4 EMERGO

EMERGO experimenteert sinds 2007 in de Oosterschelde. In 2008 is het systeem een door hen zelf ontwikkeld "folded longlines" systeem. Elk systeem bestaat uit 3 netten van 40 bij 3 meter met een totaal oppervlak van 360 m². Er werden gekoppelde buizen gebruikt waaraan het netwerk werd bevestigd. In de Oosterschelde zijn 12 van deze systemen geplaatst bij de Vuilbaard met een onderlinge afstand van 40 meter. De totale lengte inclusief verankering is 180 meter. Voor de verankering zijn ankerpalen gebruikt.

2.2.5 MIOS

Het systeem dat MIOS sinds 2007 test is een longline van "christmastree" touw. De totale lengte collectortouw per lijn is 7 km, de diepte van de collector touwen 6 meter en de lengte van de longline 220 meter. In de Oosterschelde zijn 4 van deze systemen geplaatst bij de Val met een onderlinge afstand van 50 meter. De afstand tussen de verankering en de MZI is 30 meter bestaand uit 10 meter ketting en 20 meter touw. Een invangstelsel bestaat uit een long-line met een lengte van 200 meter van gevlochten polypropyleen met een dikte van 32 mm (tiger rope). De long-line wordt drijvend gehouden met 40 kunststof marine grijze tonnen (elke meter 1). De tonnen bevinden zich, afhankelijk van het gewicht dat moet worden gedragen, gemiddeld 50 cm onder water en 20 cm boven water. De lijnen worden aan beide zijden op hun plaats gehouden door middel van ankers. Vanaf een 400 kg offshore anker wordt eerst een 10 meter damwand ketting met een dikte van 30 mm gebruikt die vervolgens op de longline wordt gezet.

2.2.6 Mosselkweek Gebr. Steketee

Dit is een nieuw project in 2008. Er wordt gewerkt met het continious dropline systeem. De longline is 150 meter lang. Als collector touw is gebruik gemaakt van 2500 meter Xmas en 1500 meter Spaans touw. De MZI is geplaatst op perceel Hammen 101.

2.3 Experimenten in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer

2.3.1 Van der Kreeke en Grevelingen cultures

Het onderzoek heeft net als in 2007 plaats gevonden in bestaande opstellingen voor de fuikenvisserij in de Grevelingen en in het Veerse Meer. De MZI's zijn opgebouwd uit twee of meer palen zoals die ook voor de fuikenvisserij worden gebruikt, met daartussen een horizontale hoofdlijn, al dan niet voorzien van tonnen. Aan de hoofdlijn zijn vervolgens verticaal hangende invangtouwen van X-mas-rope bevestigd. In het Veerse Meer is naast X-mas-rope Noors "stenen-touw" gebruikt. Dit zijn gladde touwen waarin ter verzwaring kleine steentjes zijn verwerkt.

2.4 Experimenten in de Voordelta

2.4.1 Neeltje Jans

Neeltje Jans experimenteert sinds 2005 in de Voordelta. In 2008 heeft het onderzoek plaats gevonden op 2 locaties in het Brouwershavense Gat. Getest zijn opstellingen met PE-buizen als drijflichaam (Easy Farm). Aan de buizen is gebruik gemaakt van knooploos netwerk (maaswijdte 5x5 cm) tot een diepte van 3 meter onder het oppervlak. Er zijn in het totaal 5 buizen geplaatst.

2.4.2 Luime

Sinds 2006 wordt een pilot uitgevoerd bij de Haringvlietsluizen. Het systeem is een longline met een lengte van 100 meter met tonnen met daaraan collectortouwen (Xmas-rope) van 5 a 6 meter als invangsubstraat. Om het in elkaar verstrikt raken te voorkomen zijn de touwen aan de onderzijde met een lijn verbonden en verzwaid. De long-line zelf is verankerd met 2 ankers en gemarkeerd met boeien. De afstand tussen de ankers en long-line is ca. 30 m.

2.4.3 Roem van Yerseke

Sinds 2007 test Roem van Yerseke MZI systemen in de Voordelta. Het gebruikte mosselzaad invang systeem is het zogenaamde SmartFarm-systeem. Het bestaat uit drijvende zwarte buizen van 125 meter en 30 cm diameter. Aan de buizen is doormiddel van lussen een drie meter breed net bevestigd. Het net, met eveneens een lengte van 125 meter, is gemaakt van nylon en heeft een maaswijdte van 17.5 cm. Het systeem wordt drijvend gehouden door middel van lucht in het buizensysteem, waardoor er geen extra boeien nodig zijn. Aan beide uiteinden wordt een gele boei (volume 1 m³) bevestigd welke een markeringsfunctie voor de kopse einden heeft. Vanaf de boeien wordt een verankering lijn naar een betonnen verankering van circa 2 ton geleid, waarna de verankeringlijn naar een anker loopt. Dit anker is daarnaast gemarkeerd met een gele markeringsboei. Aan weerszijden is vanaf de markeringsboei tot aan de verankeringmarkering een afstand van maximaal 40 meter nodig. In de Schaar van Renesse zijn 4 systemen geplaatst, op het Springersdiep 4 systemen, en bij Aardappelbult 2 systemen.

3. Biologische productiviteit

3.1. Oogst gegevens

De oogst is niet op eenduidige wijze genoteerd in de verschillende rapportages. Bij heel kleine projecten is de oogst direct gewogen in kisten of in big bags. In de meeste gevallen is de oogst opgegeven in mosselton (1 mosselton = 100 kg) gebaseerd op het volume van het ruim van het schip dat de oogst ontving. Er werd dan een omrekeningsfactor van m^3 naar kg gebruikt van 0.7 of van 1. In 2008 heeft MARES onderzoek uitgevoerd in opdracht van de MZI projecten EMERGO, MIOS, de Rooij Mosselkweek (onderdeel van IMOZA) en Mosselkweek Barbé. Hierbij is op verschillende plaatsen en tijdstippen het gewicht bepaald van een 550 liter kist gevuld met net geogst mosselzaad. Na 1 uur uitlekken en wegen leverde dit gemiddeld een factor 0.8 voor de omrekening van m^3 naar kg (Kamermans et al, 2008b). Deze factor is gebruikt bij verdere verwerking van de geleverde oogstgegevens, waarbij werd gecorrigeerd voor de door de ondernemer zelf gebruikte factor. Ook in de evaluatie van 2006 en 2007 is gebruik gemaakt van de factor 0.8.

De opgegeven oogst gegevens zijn gebruikt om de totale oogst per gebied te bepalen en om de productie per hectare effectieve productie ruimte te berekenen. De effectieve productie ruimte is de ruimte die nodig is voor de MZI-installatie (lengte en breedte), inclusief ruimte voor de verankering, en de ruimte die nodig is om tussen verschillende installaties te varen tijdens de oogst (zie figuur 3.1.). Hierbij is er vanuit gegaan dat twee longlines die in dezelfde stroomrichting liggen van dezelfde verankeringslocatie gebruik kunnen maken. Het oppervlak is dan als volgt berekend: $= (L+2A)*(B+2T)$, waarin L = lengte MZI, A = afstand tussen MZI en verankering, B = breedte MZI, T = tussenruimte per MZI. Bij longlines met drijvers is de breedte van de MZI verwaarloosbaar en dus niet meegerekend. Vervolgens is dit opgeteld voor alle MZI's die op een bepaalde vergunde locatie aanwezig waren. De effectieve productie ruimte is dus niet gelijk aan de vergunde ruimte. De vergunde ruimte is de ruimte tussen de markering van Rijkswaterstaat. Deze is groter dan de effectieve productie ruimte.

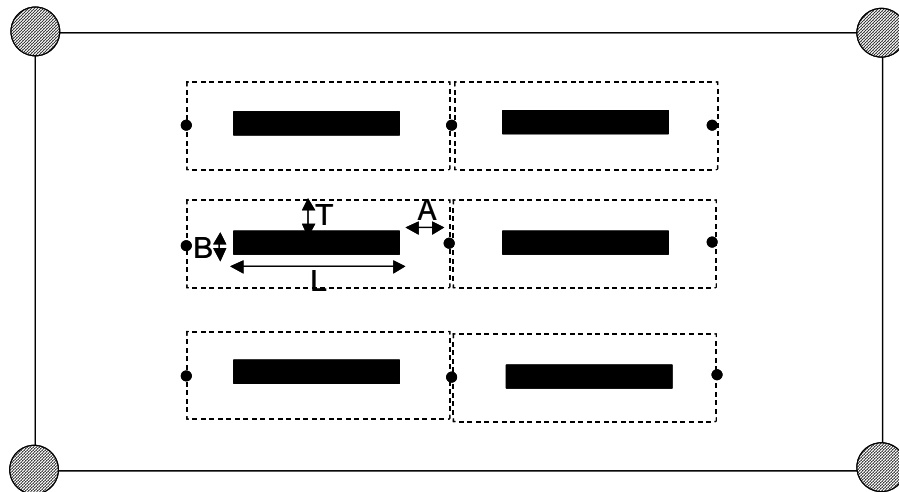


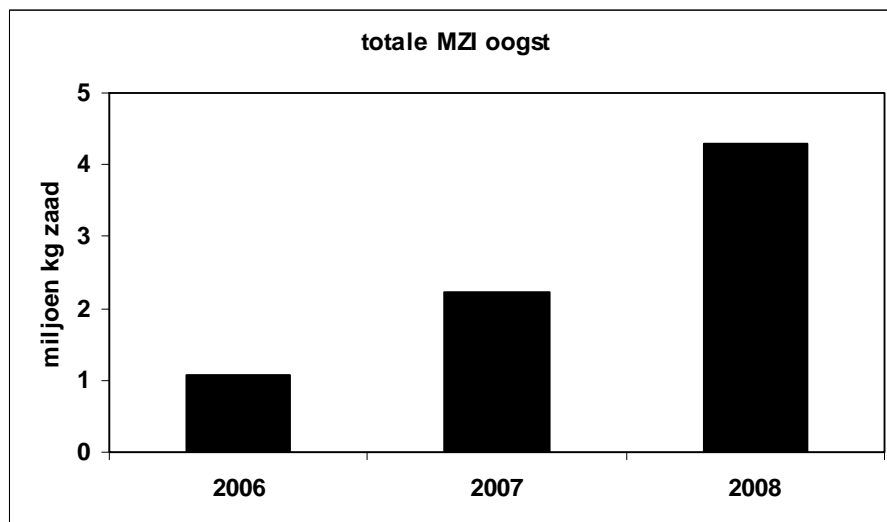
Fig. 3.1. Afmetingen voor het bepalen van de effectieve productie ruimte: L is de lengte van de MZI installatie, B de breedte van de MZI installatie, A de afstand tussen MZI installatie en verankering en T de ruimte die nodig is om met een schip tussen de MZI installaties te kunnen varen. De zwarte rechthoeken zijn de MZI installaties, de zwarte cirkels de locaties van de ankers, de gestreepte cirkels de locaties van de RWS markering. De buitenste doorgetrokken lijn geeft de vergunde ruimte aan en de binnenste gestippelde lijnen de effectieve productie ruimte.

Bij veel projecten kunnen meer installaties worden geplaatst binnen de vergunde ruimte dan nu het geval is. In het voorbeeld van figuur 3.1 zouden in principe vijf MZI's per rij geplaatst kunnen worden in plaats van drie en drie rijen in plaats van twee. In dat geval is echter het gehele vergunde gebied bezet. In praktijk is het niet mogelijk het vergunde gebied geheel te vullen. De ruimte die nodig is voor de markering van Rijkswaterstaat zal per locatie verschillen. In het evaluatierapport van 2006/2007 is uitgegaan van een factor 2.5, dat wil zeggen voor iedere hectare effectieve productieruimte is 2,5 ha vergunde ruimte nodig, ofwel 40% van de vergunde ruimte kan effectief worden benut. Voor het bepalen van de potentiële opbrengst wordt gerekend met de productie per ha effectieve productie ruimte, omdat dat een meer zuiver beeld geeft en vanuit een productieperspectief het sturend oppervlak voor opschaling is.

De opbrengst van de MZI-experimenten in 2008 is samengevat in tabel 3.1. Hierin staan de gegevens over vergunde ruimte, effectieve productie ruimte en productie voor de verschillende gebieden die dit rapport onderscheidt. Ter vergelijking zijn ook de gegevens van 2006 en 2007 aangegeven. In 2006 leverden alle MZI-experimenten samen ruim een miljoen kg zaad, in 2007 was dat ruim twee miljoen kg en in 2008 ruim 4 miljoen kg (Fig. 3.2). De opbrengst per deelgebied laat zien dat zowel in 2007 als in 2008 de hoogste oogst werd behaald in de westelijke Waddenzee (Fig. 3.3). Dit is ook het gebied waar de grootste hoeveelheid ruimte is gegund. De Oosterschelde geeft de op een na hoogste oogst in beide jaren. Deze gebieden zijn het langst in gebruik voor MZI-installaties. De nieuwe gebieden Voordelta, Grevelingen, Veerse Meer en Oostelijke Waddenzee bevatten veel kleinere projecten (zie tabel 2.1) en behaalden mede daardoor ook lagere totale oogsten.

De effectieve productie ruimte is toegenomen van een kleine 25 ha in 2006, en ruim 65 ha in 2007 tot bijna 105 ha in 2008. De vergunde ruimte is vooral tussen 2006 en 2007 toegenomen (van respectievelijk 366 ha tot 526 ha). In 2008 zijn slechts vijf nieuwe locaties vergund en werd het totale vergunde oppervlak 565 ha. In 2008 is het percentage productieruimte in relatie tot vergunde ruimte het hoogst met 19%. De gemiddelde productie per hectare effectieve productieruimte was 41,000 kg in 2008. Dit is vergelijkbaar met waarden uit 2006 (44,000 kg per ha) en 2007 (33,000 kg per ha). De gemiddelde productie over de periode 2006-2008 was 39,000 kg per ha met een standaard deviatie van 6,000 kg.

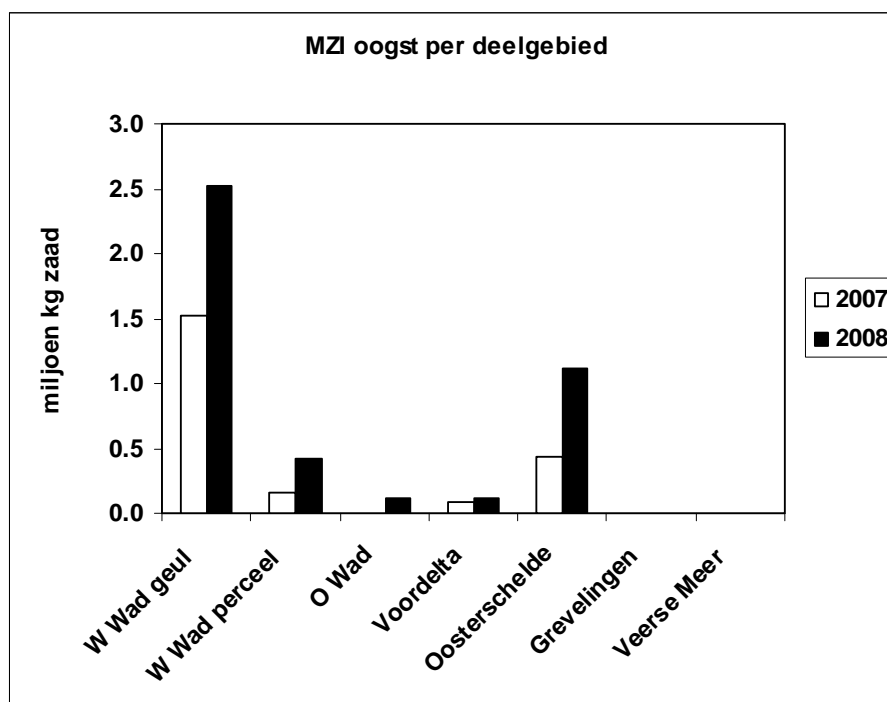
Bij vergelijking van de oogst per ha productie ruimte valt op dat de opbrengst in 2008 over het algemeen beter was dan in 2007, behalve in de geulen van de Westelijke Waddenzee, daar werd in 2007 gemiddeld 63,000 kg per ha geoogst, terwijl dat 46,000 kg per ha was in 2008 (Fig. 3.4). Dit is wel de hoogste productie. Andere gebieden met een hoge productie per ha in 2008 zijn de Oostelijke Waddenzee (41,000 kg per ha) en de Oosterschelde (38,000 kg per ha).



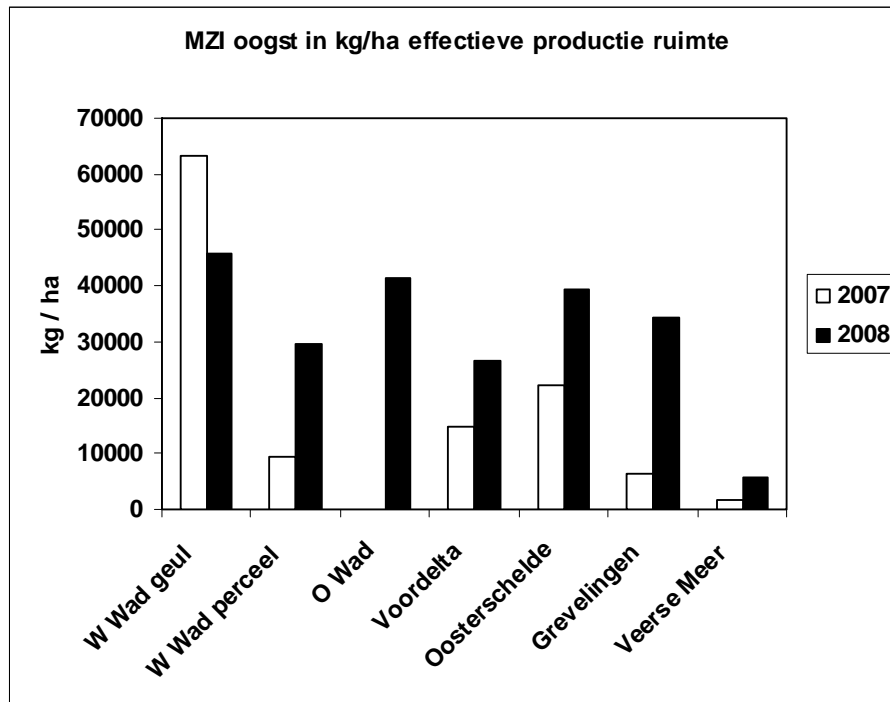
Figuur 3.2. Totale MZI oogst in de periode 2006-2008.

Tabel 3.1 Oogstresultaten uit 2008 in vergelijking met die van 2006 en 2007.

	Vergunde gebied (ha)	Effectieve productie ruimte (ha)	Productie ruimte in relatie tot vergunde gebied (%)	Oogst (miljoen kg)	Productie (kg per ha productie ruimte)
2006	366	24.6	7	1.08	43,968
2007					
Westelijke Waddenzee geulen	202	24.1	12	1.53	63,393
Westelijke Waddenzee percelen	151	17.3	11	0.16	9,480
Oostelijke Waddenzee	26				
Voordelta	81	6.0	7	0.09	14,889
Oosterschelde	65	19.6	30	0.43	22,097
Grevelingen	0.01	0.1		0.001	6,429
Veerse Meer	0.01	0.3		0.0004	1,538
Totaal	526	67.4	13	2.21	32,868
2008					
Westelijke Waddenzee geulen	202	55.1	27	2.53	45,913
Westelijke Waddenzee percelen	183	14.0	8	0.41	29,584
Oostelijke Waddenzee	27	2.7	10	0.11	41,276
Voordelta	86	4.4	5	0.12	26,509
Oosterschelde	66	28.4	43	1.12	39,460
Grevelingen	0.01	0.1		0.002	34,286
Veerse Meer	0.01	0.4		0.002	5,831
Totaal	565	104.8	19	4.29	40,924



Figuur 3.3. MZI oogst per deelgebied.



Figuur 3.4. MZI oogst in kg per ha effectieve productieruimte per deelgebied.

3.2. Nadere vergelijking van oogstresultaten van de pilots

Van de 67 locaties met MZI-installaties leverden drie geen oogst. Dit waren twee locaties op percelen in de Waddenzee en een in de Voordelta. Op de locaties in de Waddenzee is wel broedval geobserveerd, maar het zaad verdween daarna snel. De locatie in de Voordelta (Haringvlietmond) liet broedval zien, maar daarnaast vond ook vestiging van grote hoeveelheden weerbomen (hydroidpoliepen) plaats. Door slibophoping tussen de aangroei werd het systeem waarschijnlijk te zwaar en zonk.

3.2.1. Effect van type systeem op opbrengst

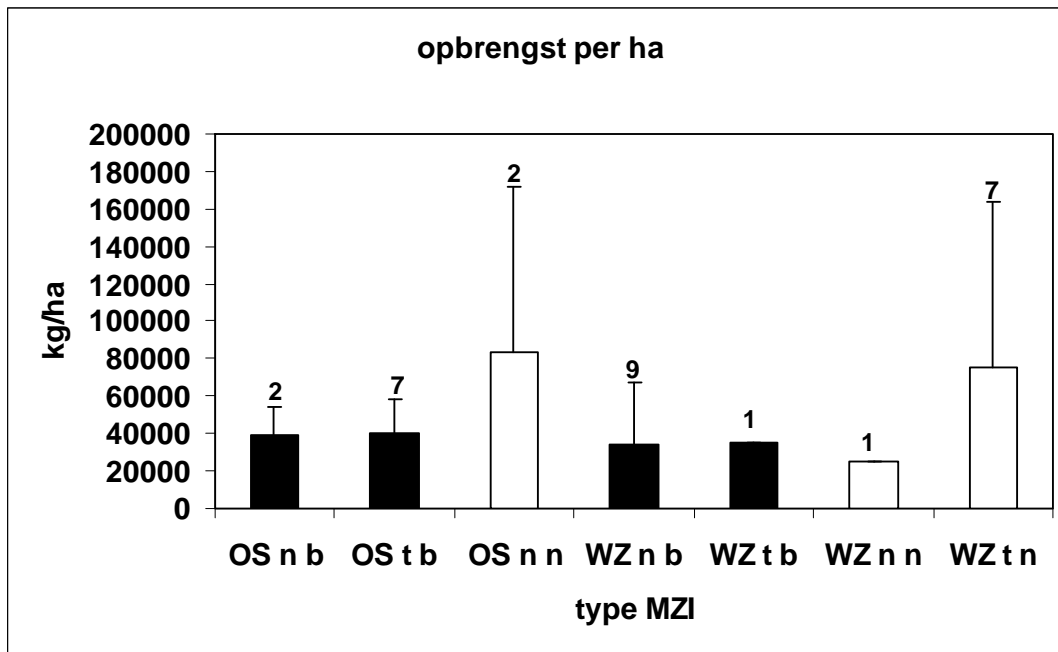
Voor de gebieden die het langst in gebruik zijn (Waddenzee en Oosterschelde) is de opbrengst vergeleken per techniek. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het type substraat (touw of net) en of een techniek bestaand is (Easy Farm, SMART Farm, het systeem van West 6, of longlines met touwen aan boeien en ankers) of nieuw (alle andere systemen). De variatie tussen de projecten en locaties is groot (Fig. 3.5), maar er is minder variatie bij beproefde systemen dan bij nieuwe systemen. Dit geeft aan dat sommige nieuwe systemen een zeer hoge opbrengst kunnen opleveren, terwijl andere juist weinig resultaat behalen. Duidelijke verschillen tussen touwen of netten zijn in 2008 niet geobserveerd (Fig. 3.5). In de evaluatie van 2006/2007 gaven netten een hogere opbrengst dan touwen. Verdergaande optimalisatie in 2008 kan dit verschil verklaren. Touwen worden een maal per seizoen geoogst, terwijl netten meerdere malen per seizoen kunnen worden geoogst (tot 3x).

Bureau MarinX heeft in opdracht van de kenniskring MZI een nadere beschouwing van de verschillende technieken uitgevoerd. De resultaten van deze beschouwing worden gepresenteerd in bijlage B van dit rapport. Een belangrijke conclusie van de analyse is dat meerdere systemen effectief mosselzaad kunnen invangen: de beproefde longlines met touwen en buizen met netten, maar ook vlotten met netten, horizontaal gespannen touwen en kooien met touwen kunnen goede opbrengsten realiseren. Deze laatste twee systemen kunnen op ondiepe locaties worden toegepast. De keuze van het te gebruiken systeem zal afhangen van de omstandigheden van de beschikbare locatie.

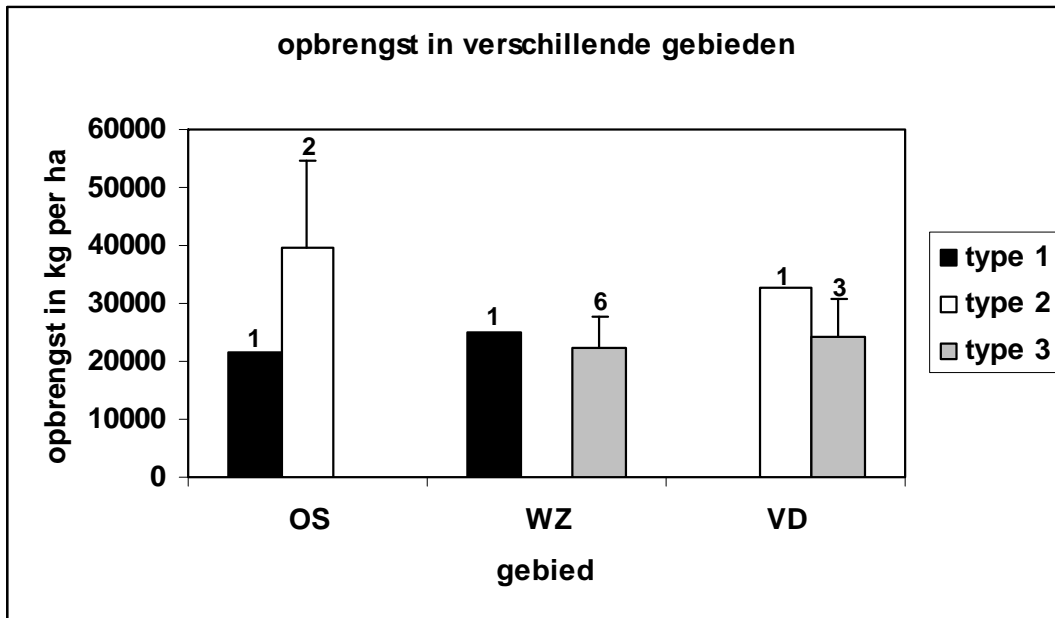
3.2.2. Effect van locatie op opbrengst

Het in kaart brengen van verschillen tussen gebieden (Waddenzee, Oosterschelde, Voordelta, Grevelingen en Veerse Meer) is moeilijk omdat de MZI-ontwikkelingsfase per gebied verschilt en omdat er met verschillende typen systeem wordt gewerkt. Enkele projecten hebben gebruik gemaakt van hetzelfde systeem op meerdere locaties binnen een gebied en in verschillende gebieden. Hoewel het aantal locaties per gebied gering is laat deze vergelijking zien dat verschillen in zaadopbrengst binnen gebieden even groot zijn als tussen gebieden en dat niet een gebied (Waddenzee, Oosterschelde of Voordelta) als beste naar voren komt (Fig. 3.6). Een kanttekening bij deze vergelijking is dat de MZI-systemen niet allemaal even vaak, of op het zelfde moment zijn geoogst.

In het kader van de projecten ESSENSE, Verbetering broedval mosselen en PRODUS 1c zijn verschillen in broedval tussen de Waddenzee en Oosterschelde op systematische wijze in kaart gebracht (Kamermans et al, 2008a). Hieruit bleek dat de Waddenzee over het algemeen meer broedval liet zien per eenheid substraat dan de Oosterschelde. Opvallend is dat bij een zelfde larvenconcentratie de broedval hoger was in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Dit suggereert dat de overleving van larven in de Waddenzee beter is dan in de Oosterschelde. In de Oosterschelde vindt meer broedval plaats in het westen en in de noordelijke tak, dan in het centrale en oostelijk deel. In de Waddenzee zijn degelijke ruimtelijke verschillen minder duidelijk.



Figuur 3.5. Opbrengst in kg per hectare effectieve productie ruimte voor MZI-systemen gebruikt in 2008 in de Oosterschelde (OS) en Waddenzee (WZ) met netten (n) of touwen (t) en bestaande (b) of nieuwe (n) systemen. Het gemiddelde van het aangegeven aantal locaties is weergegeven met standaard deviatie.



Figuur 3.6. Opbrengst in kg per hectare effectieve productie ruimte voor drie typen MZI-systemen gebruikt in 2008 in de Oosterschelde (OS) en Waddenzee (WZ) of Voordelta (VD). Het gemiddelde van het aangegeven aantal locaties is weergegeven met standaard deviatie.

3.3. Conclusies

De invang van mosselzaad laat een toename in totale MZI oogst zien van 1,1 milj. kg in 2006, naar 2,2 milj. kg in 2007 en 4,2 milj. kg in 2008. De vergunde ruimte was 366 ha in 2006, 526 ha in 2007 en 565 ha in 2008. De effectieve productie ruimte is toegenomen van een kleine 25 ha in 2006, en ruim 65 ha in 2007 tot bijna 105 ha in 2008. De meest productieve gebieden zijn de westelijke Waddenzee (46.000 kg/ha), oostelijke Waddenzee (41.000 kg/ha) en Oosterschelde (38.000 kg/ha). De hoogste opbrengst in de westelijke Waddenzee is conform de inschatting van het evaluatierapport uit 2007 dat de westelijke Waddenzee het meest geschikte gebied lijkt voor opschaling van MZI. De goede opbrengst van de oostelijke Waddenzee geeft aan dat het uittesten van dit gebied in 2008 een meerwaarde heeft. De verbetering van de opbrengst in de Oosterschelde in vergelijking met 2007 laat zien dat ontwikkeling en ervaring een belangrijke factor zijn. Ook bij de projecten in Veerse Meer (6.000 kg/ha) en Grevelingen (34.000 kg/ha) is een verbetering in opbrengst per hectare opgetreden ten opzichte van 2007, maar door de kleine schaal van de MZI-systemen in opstellingen voor fuikenvisserij is de totale oogst van beide gebieden tezamen verwaarloosbaar (4.000 kg). De opbrengst per hectare in de Voordelta (26.500 kg/ha) is lager dan in de Waddenzee en Oosterschelde. Dit wordt mede veroorzaakt door relatief veel uitval van MZI's als gevolg van schade aan de systemen. Hieruit kan worden opgemaakt dat invang van mosselzaad in gebieden die nog verder uit de kust liggen systemen vraagt die robuuster zijn dan de tot nu toe gebruikte.

De gemiddelde opbrengst in 2008 van 41,000 kg per ha ligt nog onder de te verwachten opbrengst voor de toekomst van 100.000 kg/ha zoals vermeld in het evaluatierapport 2006/2007. De variatie tussen projecten en locaties is groot, maar er is minder variatie bij beproefde systemen dan bij nieuwe systemen. De hoogte van de opbrengst is vooral een resultaat van het gekozen systeem en in mindere mate een effect van de gekozen locatie. Door meer gebruik te maken van goed presterende nieuwe systemen zou opbrengst verhoging tot de mogelijkheden kunnen behoren. Ook de opbrengst per werkelijk ruimtebeslag is te verhogen door een relatief groter aandeel effectieve productieruimte binnen vergunde ruimte te realiseren. Momenteel is dit 19%, maar dit zou verhoogd kunnen worden tot 40%. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met een eventueel schaduw effect. Dat wil zeggen dat bij een hoge dichtheid van MZI installaties de opbrengst in het midden van het veld minder kan zijn vanwege een negatieve invloed van de omringende mosselen op het voedselaanbod. Het optimale aantal installaties binnen het vergunde gebied zal per locatie moeten worden vastgesteld.

Naast deze optimalisatie van de techniek is het van belang dat eventuele verschillen in de opbrengst van kweek uit zaad van MZI's en kweek uit gevist zaad worden meegenomen in de prognoses. MZI zaad wordt in de periode juli-november gewonnen en de zaadvisserij vindt in de periode september-november plaats. MZI-oogsten kunnen in de periode juli-november doorgroeien op percelen, maar er kan ook verlies optreden door stormen of predatie. Daarnaast verschilt MZI zaad van gevist zaad doordat het percentage tarra (deel van de oogst dat niet bestaat uit mosselen) lager is en de getrostheid (mate waarin mosselen aan elkaar hechten) ook. Dit laatste kan de overleving op bodempercelen verkleinen (Kamermans et al, in prep). In het kader van het PRODUS 1d project wordt momenteel onderzocht of het rendement van MZI zaad kan worden verhoogd van door middel van variatie in de zaaidichtheid, het mee zaaien van schelpen of het wegvangen van krabben.

De in 2008 behaalde oogstresultaten geven vanuit het perspectief van biologische productie geen aanleiding om af te wijken van de in het evaluatierapport 2006/2007 voorgestelde traject van stapsgewijze opschaling.

4. Ecologische inpasbaarheid

4.1. Milieueffecten op basis van praktijkgegevens

Va de 21 MZI-projecten hebben 12 gerapporteerd over effecten op het milieu (Tabel 1.2). De twaalf rapportages melden dat er gekeken is naar vogels, waarbij zeven projecten ook vogels hebben gezien. Er zijn geen verstrikkingen geobserveerd. Diezelfde rapportages hebben ook eventuele aanwezigheid van zeezoogdieren gemeld. Alleen in de Voordelta zijn zeehonden geobserveerd.

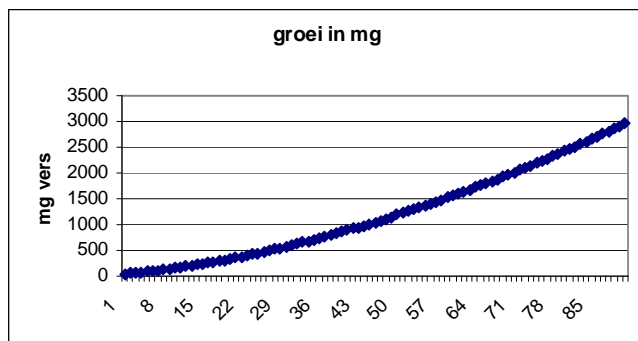
Effecten op bodemdieren zijn niet bestudeerd. Observaties aan de bodemsamenstelling zijn in drie rapportages gemeld. Hierbij is tweemaal een vergelijking gemaakt met een referentie gebied. De conclusie van deze bemonsteringen was dat er geen extra bezinking van slib had plaatsgevonden onder de MZI. De omvang van de bestudeerde systemen was klein: 1 longline van 50 m lang, 1 longline van 150 m lang en 4 longlines van 220 m lang.

4.2. MZI effecten op draagkracht

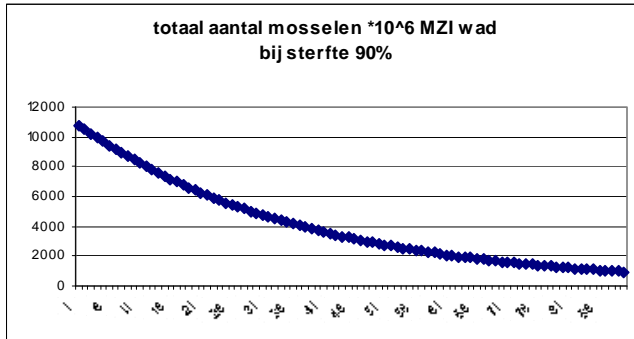
4.2.1. Groei, overleving en filtratie

MZI mosselen kunnen veel water filtreren en daaruit grote hoeveelheden voedsel opnemen. Uiteraard hangt dit af de voorraad mosselen, verdeeld over de verschillende gebieden. In het begin zitten er veel meer mosselen op de MZI's dan op het moment van oogst omdat er in de tussentijd aanzienlijke sterfte optreedt. Deze mosselen tellen wel mee in de voedselopname en daarom is er een berekening gemaakt van groei en overleving om het verloop in totale biomassa gedurende de periode dat de MZI's worden gebruikt te kunnen schatten.

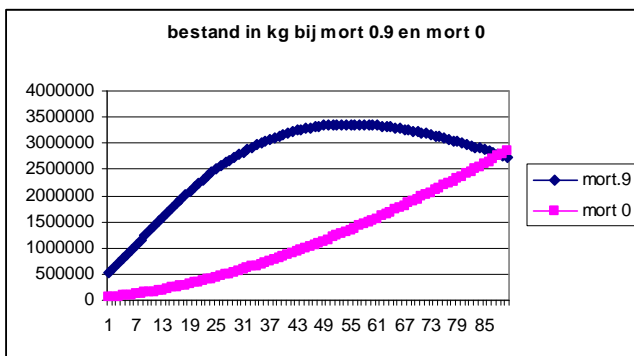
Kwantitatieve gegevens van 2008 ontbreken maar uit eerdere metingen blijkt een sterfte van MZI zaad van 70-90 % (Kamermaans, ongepubliceerde gegevens). Naast sterfte is er groei, en het netto effect is dat de totale biomassa toeneemt. Dit verloop is afhankelijk van de sterftesnelheid. Bij geen sterfte is er een geleidelijke toename in biomassa en bij een sterfte van 90 % (=2.5 % per dag) is er eerst een toename en dan een afname van de totale biomassa. Dit is het resultaat van gewichtstoename per individu (figuur 4.1) en afname van het totale aantal individuen (figuur 4.2). In figuur 4.3 is de biomassa ontwikkeling weergegeven. Deze figuren zijn gebaseerd op modelberekeningen waarbij is uitgegaan van een begingewicht van 50 mg (natgewicht), een beginlengte van 5mm, een standaard filtratiesnelheid van 2 liter per uur van een mossel van 1 gram asvrijdrooggewicht en een voedselgehalte van 0.5 mg/l effectief opneembaar en een verteringsefficiëntie van 60 %. Op basis hiervan is de groei gesimuleerd voor een periode van 90 dagen, resulterend in 2.7 miljoen kg mosselen in de Waddenzee van 2.5 gram natgewicht en 25 mm lengte.



Figuur 4.1. Berekende groei van MZI mosselen in 90 dagen.

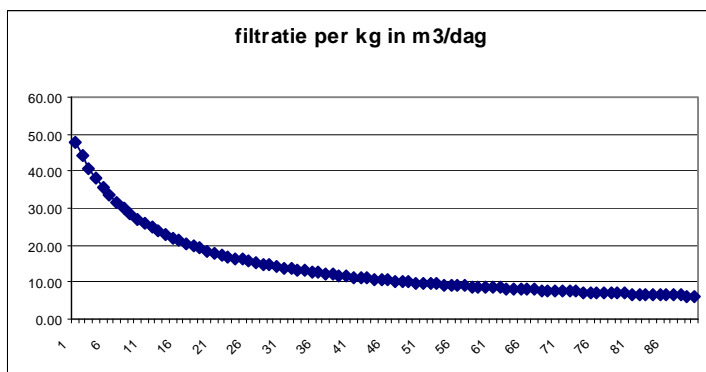


Figuur 4.2. Berekende aantal mosselen op MZI's in Waddenzee in 2008 bij een sterfte van 90 %.



Figuur 4.3. Bestandsontwikkeling van MZI mosselen in Waddenzee in 2008 bij een sterfte van 90 % in vergelijking met sterfte 0%. In het eerste geval is er meer biomassa tijdens de groeiperiode dan bij sterfte 0.

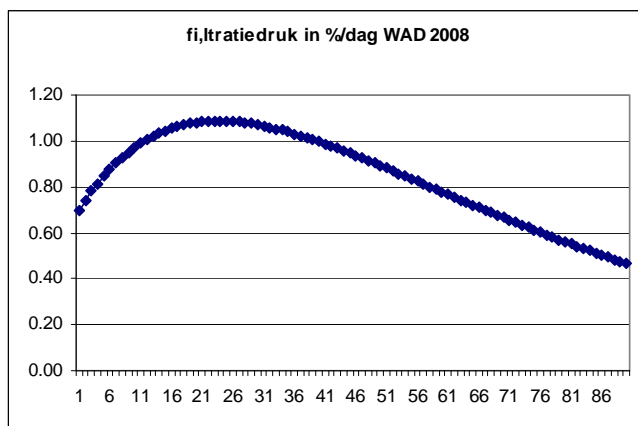
De voedselopname van deze voorraad MZI mosselen kan worden berekend op basis van de snelheid waarmee de mosselen het water filtreren. De filtratiesnelheid is afhankelijk van de grootte van de mossel volgens een allometrisch verband, hetgeen betekent dat kleine mosselen relatief veel water filtreren tov grote mosselen. Wanneer we dit uitdrukken in filtratie in m³ per dag per kg mosselen dan neemt dit af in de loop der tijd omdat er steeds minder mosselen in een kg passen: figuur 4.4. We spreken van potentiële filtratie omdat er geen rekening wordt gehouden met de mogelijkheid dat mosselen in de praktijk minder filtreren doordat ze elkaar in de weg zitten.



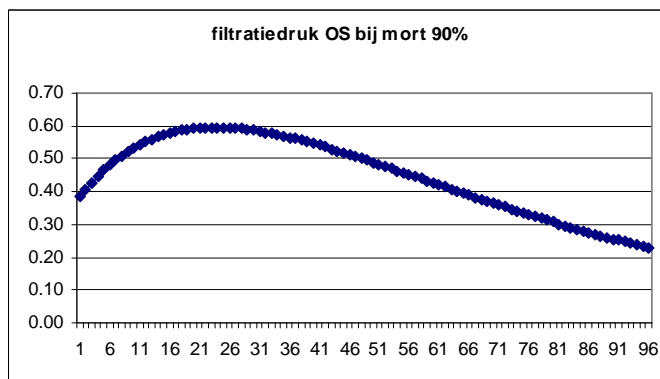
Figuur 4.4. Potentiële filtratie door MZI mosselen in m³ per kg per dag gedurende 90 dagen waarbij de mosselen groeien zoals in figuur 4.1.

De filtratie per kg kan worden gebruikt voor het berekenen van de potentiële filtratie van de MZI mosselen in 2008 in de Waddenzee en de Oosterschelde. Dit wordt uitgedrukt als filtratiedruk, dit is de filtratie per dag ten

opzichte van het totale watervolume van het gebied waarin de MZI's zijn gebruikt. Voor de Waddenzee is dat $3700 \cdot 10^6$ m³ en de Oosterschelde $2750 \cdot 10^6$ m³. Het %-age water gefiltreerd per dag is weergegeven in figuur 4.5 en 4.6. Daaruit blijkt dat de filtratiedruk in de Waddenzee maximaal 1.1 % per dag bedroeg op het moment dat de mosselen in hoge aantallen aanwezig waren in een grootteklasse met een relatief hoge filtratiesnelheid. Op het moment van oogst was de filtratiedruk van de voorraad van 2.7 miljoen kg 0.5 % per dag. Voor de Oosterschelde bedroeg de potentiële filtratiedruk maximaal 0.6 % per dag en bij oogst 0.25 % per dag.



Figuur 4.5. Filtratiedruk MZI 2008 Waddenzee in % per dag.



Figuur 4.6. Filtratiedruk MZI 2008 Oosterschelde in % per dag.

4.2.2. Draagkracht van het ecosysteem

Filtratiedruk

Dit berekende potentiële filtratiedruk kan worden gebruikt om de effecten van de MZI mosselen op de draagkracht van Waddenzee en Oosterschelde te schatten. Met draagkracht van het ecosysteem wordt in dit verband bedoeld de hoeveelheid voedsel in de vorm van micro-algen die in het water zweven. Het beslag dat de MZI mosselen op de draagkracht leggen is dan gedefinieerd door het gedeelte dat door de mosselen wordt opgenomen via filtratie. Dit kan worden geschat aan de hand van de **filtratiedruk**. Wanneer we er vanuit gaan dat de algen gelijk zijn verdeeld over de totale watermassa dan is het %-age water dat per dag wordt schoongefilterd een indicatie van het beslag dat deze mosselen leggen op de draagkracht. Echter, de hoeveelheid algen neemt dagelijks toe door deling en groei, en dit compenseert filtratie door mosselen. Het is daarom iets preciezer om de dagelijkse groei van de algen te berekenen en na te gaan welk deel daarvan door de mosselen wordt gefiltreerd. Dit kan worden uitgedrukt in % mosselgraas van de dagelijkse primaire productie, en wordt aangeduid als **graasdruk**. Nu is het zo dat de algen de neiging hebben sneller te groeien wanneer ze worden begraaasd omdat er dan per alg meer licht aanwezig is, zeker wanneer de stoffen die de mosselen uitscheiden (stikstof, fosfaat) de groei bevorderen; geschat is dat dit wel 10-20 % extra algengroei kan opleveren.

Om de graasdruk en de stimulerende rol van begrazing in de analyse mee te nemen zijn meer uitgebreide berekeningen nodig die in het bestek van deze evaluatie niet zijn uitgevoerd.

Voor de schatting van de effecten van de MZI's in 2008 op de draagkracht van het ecosysteem is daarom de filtratiedruk berekend. Zoals blijkt uit figuur 4.5 en 4.6 bedraagt de filtratiedruk in 2008 door de MZI mosselen in de Waddenzee maximaal ruim 1 % per dag en in de Oosterschelde 0.6 %. Dit is dusdanig gering dat het directe effect van de MZI's in 2008 op het nivo van het ecosysteem niet te onderscheiden valt van de ruis als gevolg van dagelijkse variatie en onnauwkeurigheden in de gegevens.

Food conversion ratio

Het effect op de draagkracht kan ook op een andere wijze worden berekend, nl door na te gaan hoeveel voedsel de MZI mosselen nodig hebben gehad voor de groei. In de aquacultuur wordt daartoe de food conversion ratio FCR gebruikt, dit is de hoeveelheid voedsel in droge stof om een bepaalde hoeveelheid eindproduct (in natgewicht) te verkrijgen. Voor mosselen is in deze berekening uitgegaan van een FCR van 1, gebaseerd op mesocosm metingen (Prins et al, 1995). Dit betekent voor de productie van 2.7 miljoen kg MZI mosselen in de Waddenzee het volgende:

(1) $2.7 \cdot \frac{1}{4} = 0.7$ mln kg mosselvlies, vereist 0.7 mln kg droge stof algen = 8000 kg/dag

(2) primaire productie Waddenzee = 250 g C/m²/jaar = $950 \cdot 10^6$ gC/dag = 2.4 mln kg droge stof per dag

(3) dit betekent dat de MZI mosselen dagelijks 0.33 % van de voedselproductie per dag hebben opgenomen bij een biomassa van 2.7 miljoen kg

(4) Wanneer met de extra biomassa tgv mortaliteit rekening wordt gehouden komt de dagelijkse voedselopname 30 % hoger uit, dus op ca 0.4 % per dag voor de Waddenzee

(5) Dezelfde benadering voor de Oosterschelde komt uit op een begrazing van 0.45 – 0.5 % per dag.

Deze berekening wijkt niet sterk af van de berekende filtratiedruk. De conclusie is derhalve dat de directe effecten van de MZI mosselen in 2008 op de draagkracht in de orde van 0.3 – 1 % moeten worden geschat, hetgeen op systeem nivo als niet detecteerbaar kan worden beschouwd.

4.2.3. Locale draagkracht

Dat er op de schaal van de westelijke Waddenzee of de Oosterschelde geen directe effecten te verwachten zijn op de draagkracht, wil niet zeggen dat dit ook geldt op het schaalnivo van de afzonderlijke MZI projecten. De voedselvoorziening van de MZI's komt uit de omgeving en de algen worden er via de waterstroming naartoe gebracht. Wanneer de mosselen zo dicht op elkaar zitten dat de filtratiesnelheid van een eenheid mosselen groter is dan de toevoer dan wordt het water ter plaatse uitgeput en zullen voedselopname en groei niet maximaal zijn. Hierover zijn echter geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. Er zijn evenwel vanuit de kwekers geen aanwijzingen gesignaleerd voor groeivertraging van MZI mosselen die aan de binnenzijde van MZI installaties zijn geoogst.

Ook de vraag of er effecten zijn te rapporteren over de effecten van MZI's op de schaal van een stroomgeul is thans niet te beantwoorden omdat hiervan geen monitoring heeft plaatsgevonden.

4.2.4. Referentiekader

Vervolgens is de vraag waarmee de graasdruk van MZI mosselen wordt vergeleken. Er kan van worden uitgegaan dat al het voedsel in een ecosysteem ten goede komt aan de aanwezige consumenten. Dit kunnen schelpdieren zijn maar ook andere groepen zoals zooplankton, bacteriën e.d. Daarbij moet worden bedacht dat het uiteindelijke gevolg van de MZI ontwikkeling bestaat uit het vrijwaren van mosselzaadbanken op de bodem van visserij, waardoor het bestand wilde mosselen zal toenemen en er in totaal een groter mosselbestand aanwezig zal zijn: op percelen, op wilde banken en op MZI's.

Als referentiekader zou kunnen gelden welk deel van het voedsel voor schelpdierproductie wordt gebruikt in vergelijking met het deel van het voedsel dat ten goede komt aan de overige categorieën. Er kan worden berekend welk deel van het voedsel in het verleden ten goede is gekomen aan de mosselcultuur. Dat was vroeger meer dan nu en dat zou de ruimte kunnen bieden voor benutting door MZI mosselen.

Verder is de vraag wat de herkomst is van het voedsel: lokaal geproduceerd of ten dele geïmporteerd vanuit de kustzone. Deze vragen zijn aan de orde bij verdere opschaling van MZI's.

4.3. Conclusies

De MZI ondernemers hebben geen duidelijke effecten van de MZI-installaties op vogels of zeehonden of op de bodemstructuur geregistreerd. Het aantal observaties was klein en niet gestructureerd. Meer gedetailleerde informatie is nodig om conclusies te kunnen trekken over milieueffecten van MZI's.

In 2008 is in de Waddenzee ca 2.7 miljoen kg MZI zaad geoogst en in de Oosterschelde 1.1 miljoen kg. Daaraan voorafgaand is er na de setteling groei en sterfte opgetreden. Op basis van een modelberekening is de ontwikkeling van het MZI bestand gereconstrueerd. Dit bestand legt beslag op het aanwezig voedsel. Dit is geschat aan de hand van de filtratiedruk en de food conversion ratio. Dan blijkt dat het beslag op het voedsel gedurende de groeiperiode ca 0.5 – 1 % van het totaal geproduceerde voedsel heeft bedragen. Dit is op ecosysteem nivo verwaarloosbaar. Nadere gegevens zijn nodig om conclusies te kunnen trekken over effecten op lokaal en stroomgeul schaalnivo. Wat betreft de evaluatie van de draagkracht kan uit de gegevens van 2008 worden afgeleid dat de uitgangspunten voor de berekening in het evaluatierapport 2006/2007 gehandhaafd kunnen blijven. De conclusies uit de eerdere rapportage behoeven wat draagkracht betreft geen aanpassing op basis van de nieuwe gegevens. Het is wel zo dat de evaluatie veeleer op berekeningen dan op gegevens is gebaseerd, mede omdat de informatie vanuit de individuele projecten over bijvoorbeeld de groei van de mosselen, zeer beperkt was en niet toereikend om de berekeningen nader te onderbouwen.

5. Benodigd MZI onderzoek in de periode 2009-2013

Bij de opschaling van zaadinvang met MZI-systemen is een aantal onzekerheden en kennislacunes aanwezig. De kennisvragen zijn onder te verdelen in de volgende categorieën:

1. Optimalisatie MZI gebruik
2. Relatie tot omgeving
3. Relatie tot overige gebruikers

Kennisvragen in verband met MZI-systemen en –activiteiten in relatie tot overige gebruikers zoals recreatie, garnalenvisserij en andere visserij, zijn geen onderdeel van dit rapport. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de eerste twee onderwerpen.

5.1. Optimalisatie MZI gebruik

De tot nu toe geobserveerde grote spreiding in opbrengst aan MZI zaad per project betekent kansen voor verbetering. Bij optimalisatie van het gebruik van MZI-systemen is bestudering van de relatie tussen opbrengst en factoren die de opbrengst beïnvloeden aan de orde. Dit betreft het gebruikte type systeem, de omstandigheden op de MZI locatie, zoals diepte en stroomsnelheid, en de inrichting van de locatie, bijvoorbeeld de onderlinge ruimte tussen de verschillende systemen (schaduw werking). Daarnaast kan de werkwijze effect hebben op de opbrengst: het moment van uithangen van het substraat, het moment van oogsten van het zaad en de oogstfrequentie. En tenslotte kunnen de zaaidichtheid en handelingen zoals het meezaaien van schelpen, of het wegvangen van krabben effect hebben op het rendement van het zaad op de bodem. Een meer gestructureerde inwinning van informatie over de MZI projecten door middel van een uniform monitoring programma met een eenduidige aanpak kan veel gegevens opleveren die gebruikt kunnen worden bij de optimalisatie van zaadinvang met MZI-systemen. Dit programma zou ook een registratie van het rendement op percelen moeten bevatten.

In 2009 worden de locaties voor opschaling vanaf 2010 aangewezen. Voor de keuze van deze locaties worden een aantal criteria vastgesteld, zoals ander gebruik van het gebied en impact op de omgeving. Een aanname hierbij is dat alle gebieden in principe geschikt zijn voor zaadinvang. Dit geldt zeker voor de gebieden die in de experimentele fase zaadinvang hebben laten zien, maar voor nieuw aan te wijzen gebieden is een monitoring van zaadinvang zinvol. Dit kan in 2009 worden uitgevoerd door eenvoudige monitoringstouwen op de gewenste locaties uit te hangen en regelmatig te controleren.

5.2. Relatie tot omgeving

Effecten van MZI's op de omgeving betreffen de draagkracht door filtratie van fytoplankton en recycling van nutriënten, depositie op de bodemstructuur en bodemfauna, en verstoring of aantrekking van vogels, zeehonden, garnalen of de vorming van mosselzaadbanken door MZI-systemen en activiteiten. Daarnaast kan door slijtage en schade zwerfvuil ontstaan in de vorm van microplastics, boeien, touwen of netten. Deze objecten of stoffen zouden nadelig kunnen zijn voor organismen in het mariene milieu. En tenslotte hebben MZI's effect op het landschap en de activiteit in de omgeving. Onderzoek naar effecten op het landschap is geen onderdeel van dit rapport.

Vanuit het beleid is de hoofdvraag of MZI's de instandhoudingsdoelen voor de Natura 2000 gebieden negatief dan wel positief kunnen beïnvloeden. Op grond van de ervaringen tot en met 2008 kan voor een aantal effect categorieën daarover het volgende worden opgemerkt:

Draagkracht. Berekeningen laten zien dat het huidige bestand aan MZI mosselen gedurende de groeiperiode ca 0.5 – 1 % van de totale hoeveelheid voedsel per dag consumeren. Dit is op ecosysteem nivo verwaarloosbaar.

Depositie. Er zijn twee modelleerstudies uitgevoerd naar de depositie en verspreiding van feces en pseudofeces van MZI-installaties in de Waddenzee (Meesters et al., 2007, De Mesel et al., 2008). De modellen tonen aan dat in theorie, zonder rekening te houden met verspreiding door stroming, organisch koolstof in de buurt van de MZI-installatie kan accumuleren. Wanneer rekening wordt gehouden met de verspreiding door stroming vindt geen organische aanrijking in de buurt van de MZI-installatie plaats. In Nederland is één beperkte veldstudie uitgevoerd naar de effecten van MZI-installaties op de bodem in de Waddenzee bij twee typen MZI (Meesters et al., 2007). Deze liet zien dat de bodemfauna in het centrum van een MZI-installatie armer kan zijn, dat wil zeggen: een

geringere soortenrijkdom en een hoger gehalte aan wormen. De locatie waar dit werd geobserveerd had relatief lage stroomsnelheden.

Verstoring. Er zijn tot nu toe geen verstrikkingen van vogels of zeehonden gemeld.

Zwerfvuil. Tot nu toe zijn er geen aanwijzingen dat zwerfvuil van MZI-systemen problemen voor vogels of zeezoogdieren opleveren.

5.2.1. Effecten op draagkracht

De vraagstelling mbt draagkracht betreft de hoeveelheid mosselzaad die maximaal kan worden ingevangen in een bepaald gebied zonder dat de voedselvoorziening voor de mosselen zelf en voor andere herbivoren negatief wordt beïnvloed. De vraag is ook waar we aan merken dat de grens is bereikt. Daarbij is aan de orde dat effecten op draagkracht zich kunnen afspelen op het nivo van de afzonderlijke MZI's, op het nivo van het geul-plaatsstelsel en op het nivo van het gehele kombergingsgebied. Bovendien kunnen de effecten zowel positief als negatief zijn voor de instandhoudingsdoelstellingen.

Locaal

Locale monitoring van MZI systemen kan fungeren als een *early warning* systeem. Zolang er geen effecten op deze schaal worden geobserveerd is de kans klein dat er effecten op grotere schaal aanwezig zijn. De effecten kunnen worden afgelezen aan groei van mosselzaad. Deze levert informatie die is geïntegreerd over een langere tijd. Door op verschillende plaatsen bij MZI-installaties apart mosselen uit te hangen en daar de groei van te monitoren wordt duidelijk of lokaal uitputting van het voedselaanbod optreedt. Transecten kunnen worden bemonsterd vanaf het impact gebied (tussen de MZI-systemen) naar controle gebieden (verwijderd van de MZI-systemen, zowel er naast, als er achter en er voor). Om de groeiingen aan voedselbeschikbaarheid / uitputting te kunnen koppelen is bemonstering van chlorofyl nabij de MZI zinvol, rekening houdend met de natuurlijke dynamiek, en de heersende waterbeweging door de stroomsnelheid en stroomrichting van het water te meten. Hiertoe is efficiënte monitoring apparatuur inzetbaar (continue fluorescentie metingen gekoppeld aan ADV's). Ook kan de conditie van de al aanwezige suspension feeder stocks in de buurt van MZI's worden gevolgd in de tijd, zodat een vergelijking kan worden gemaakt tussen perioden dat er al of niet een MZI aanwezig is. Verder zijn veel gegevens te ontleen aan de groei en opbrengst van mosselen op nabij gelegen percelen. Van elke partij die wordt geveild wordt grootte en kwaliteit (visgewicht) geregistreerd. De voedselvoorziening in een bepaald gebied wordt niet alleen beïnvloed door de opname door MZI mosselen maar ook door de voedselbehoefte van de andere herbivoren in dat gebied. Er is dus ook informatie nodig over het lokale bestand aan filter feeders. De vraag is of dit kan worden ontleend aan lopende monitoringprogramma's. Door luwe en meer dynamische gebieden met elkaar te vergelijken kan inzicht worden verkregen in de omstandigheden waaronder draagkracht problemen op locale schaal kunnen optreden in relatie tot de toevoer van voedsel.

Geul-plaatsystemen

Wanneer locale uitputting van fytoplankton en groeivertraging of conditie vermindering van suspension feeders wordt gemeten is dit een indicatie dat er een kans bestaat op draagkrachtoverschrijding op grotere schaal. Dieren die fytoplankton als voedselbron hebben zullen het eerste leiden onder een draagkrachtoverschrijding. Langjarige monitoringsprogramma's kunnen mogelijk trendbreuken observeren in MZI gebieden waar dit fenomeen speelt. Voor bodemdieren zijn dergelijke programma's aanwezig, maar voor zooplankton, een belangrijke voedselbron voor vissen, wordt geen monitoring uitgevoerd. Door de ontwikkeling van populaties van filtrerende bodemdieren en zooplankton in geulen met en zonder MZI-systemen binnen een kombergingsgebied met elkaar te vergelijken kan inzicht worden verkregen in het optreden van draagkrachtgerelateerde effecten. Voor dit type onderzoek is de aanwezigheid van een minimaal areaal aan MZI-systemen een randvoorwaarde.

Kombergingsgebieden

Met behulp van modelberekeningen kan het effect van MZI mosselen op de draagkracht van een systeem worden beschreven in relatie tot de voedselproductie (primaire productie) waarbij rekening wordt gehouden met feedbacks tgv onder meer de teruglevering van nutriënten door de mosselen en andere complexiteiten. Zo zal ook het geïntegreerde effect van MZI mosselen in combinatie met een zich ontwikkelende populatie wilde mosselen op onbeviste banken moeten worden beschreven en geanalyseerd. Verder kan met behulp van modellen worden nagegaan in hoeverre de extra mosselen in het systeem een netto import van voedsel uit de Noordzee oplevert. Voor dergelijke berekeningen zijn goede gegevens nodig over de periode dat er zaad aanwezig was op het MZI-systeem, de hoeveelheid zaad op verschillende tijdstippen en de grootte van het zaad. Verder ontbreken momenteel goede schattingen van filtratiesnelheden van mosselzaad van verschillende

afmetingen. Daarnaast zijn schattingen nodig van de overleving en groei van de MZI mosselen op percelen en van de totale schelpdiervoorraad.

Referentiewaarden

Teneinde na te gaan wat de effecten zijn op de instandhoudingsdoelen dient de relatie tussen voedselvoorziening en de ontwikkeling van doelsoorten nader te worden bepaald. Voor historische referenties zou gebruik gemaakt kunnen worden van de datasets over voedselconcentraties (waterkwaliteitsdata), groei van perceelmosselen (veilinggegevens) en overige bestanden filter feeders in de loop der tijd.

5.2.2. Effecten op bodemfauna en bodemstructuur

Depositie van feces en pseudofeces kan lokaal voor een organische verrijking van de bodem onder een MZI veroorzaken. Dit kan de omstandigheden zo veranderen dat een verschuiving in soorten optreedt van filtrerende soorten zoals schelpdieren naar detritus etende soorten zoals wormen. Door de bodem onder MZI-systemen te monitoren kan worden gevolgd of dit effect optreedt. Een effect wordt eerder verwacht onder luwe dan onder dynamische omstandigheden. Door beide typen locaties met elkaar te vergelijken kan een beter begrip ontstaan over de omstandigheden die een gebied kwetsbaar voor depositie effecten maken. Het is belangrijk bij deze monitoring dat de BACI methodiek wordt gevolgd. Dat wil zeggen monsternamen *Before* en *After* en zowel op *Controle* als op *Impact* locaties. Door verschillende MZI-locaties en type MZI-systemen direct na installatie van de MZI en op het moment van grootse biomassa te bemonsteren via transecten van tussen de MZI-systemen naar gebieden ervan verwijderd wordt de BACI methode gevolgd. Een minimale grootte van het MZI project is ook hier een randvoorwaarde. De te meten parameters zijn de soortensamenstelling en dichtheid van de bodemfauna en het organisch koolstofgehalte van het sediment. Een uitbreiding van de monitoring tot het volgende voorjaar kan een eventueel herstel gedurende de winter in kaart brengen.

5.2.3. Effecten op vogels en zeehonden

MZI-systemen en -activiteiten kunnen effect hebben op lokale vogelbestanden en zeehonden. Dit kan zowel verstorend als aantrekkelijk zijn. Hier kan inzicht in worden verkregen door case-studies uit te voeren op verstoringgevoelige locaties. De MZI kan worden uitrust met een camera voor registratie van de aanwezigheid van vogels. Voor zeehonden kan op de MZI een ontvanger worden geplaatst die registreert of gezenderde zeehonden in de buurt van de MZI komen. Informatie over de aanwezigheid MZI schepen en de uitgevoerde activiteiten op de locatie kan uit black box gegevens en een nauwkeurige registratie van de uitoefening van de mosselzaadinvang activiteit worden verkregen. Relaties tussen de aanwezigheid van vogels en zeehonden en de activiteit MZI schepen kunnen dan worden onderzocht.

Een tweede aspect dat van belang is bij eventuele effecten van MZI-systemen op vogels en zeehonden is het ontstaan van zwerfvuil. Monitoring van de mate van productie van microplastics, of het losslaan van boeien, touwen of netten is de eerste stap in het inschatten van eventuele effecten.

5.2.4. Effecten op garnalen en op vorming mosselzaadbanken

Observaties van mosselkwekers en garnalenvissers suggereren dat MZI-systemen kunnen bijdragen aan het ontstaan van mosselbanken en dat MZI-installaties zowel positief als negatief effect kunnen hebben op de aanwezigheid van garnalen. Gerichte bemonsteringen op de locaties waar deze observaties zijn gedaan kan hier meer inzicht in verschaffen. Hierbij dient de BACI methode te worden gehanteerd. Dus monsternen voor installatie van de MZI en op het moment van hoogste biomassa aan mosselzaad en transecten bemonsteren van uit de MZI naar locaties er vandaan. De te meten parameters zijn de dichtheid aan garnalen en de dichtheid aan mosselzaad op de bodem.

6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 23-25 april 2008. 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 2009 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het laatste controlebezoek heeft plaatsgevonden op 5 oktober 2007.

7. Referenties

- De Mesel I, Meesters HWG, Meijboom A, Wijsman JWM (2008) Onderzoeksproject Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) - Deelproject 1C, Impact van MZI's op organische koolstof in de bodem, Analyse aan de hand van het model DEPOMOD en veldmetingen. IMARES Rapport C037/08.
- Kamermans, P., Poelman, M., Meesters, H.W.G., Mesel, I.G. de, Smit, C.J., Brasseur, S.M.J.M. (2008a). Onderzoek naar Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS) Eindrapport deelproject 1 c. IMARES rapport C075/08.
- Kamermans, P. ; Bakker, A.G. ; Brummelhuis, E.B.M. ; Vlies, L. van der; Zweeden, C. van (2008b). MZI Monitoring en oogst van vier experimenten in Waddenzee en Oosterschelde. IMARES rapport C079/08.
- Meesters H.W.G., A.G. Brinkman, A. Meijboom, F. E. Fey-Hofstede, M.L. de Jong, P.W. van Leeuwen, C.M. Niemeijer, H. Verdaat, W. Lewis (2007) Beïnvloeding bodemfauna en organisch koolstof door mosselzaadinstallaties en transport van slib. IMARES Rapport C135/07.
- Prins, T.C., V. Escaravage, A.C. Smaal & J.C.H. Peeters, 1995. Nutrient cycling and phytoplankton dynamics in relation to mussel grazing in a mesocosm experiment. *Ophelia* 41: 289-315.
- Scholten, M. C. Th., F.A. Veenstra, R.H. Jongbloed (2007) Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007 IMARES Rapport C113/07.

Verantwoording

Rapport C022/09
Projectnummer: 4394105201

Verantwoording

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

Akkoord: Ir. H. van der Mheen
Afdelingshoofd Aquacultuur



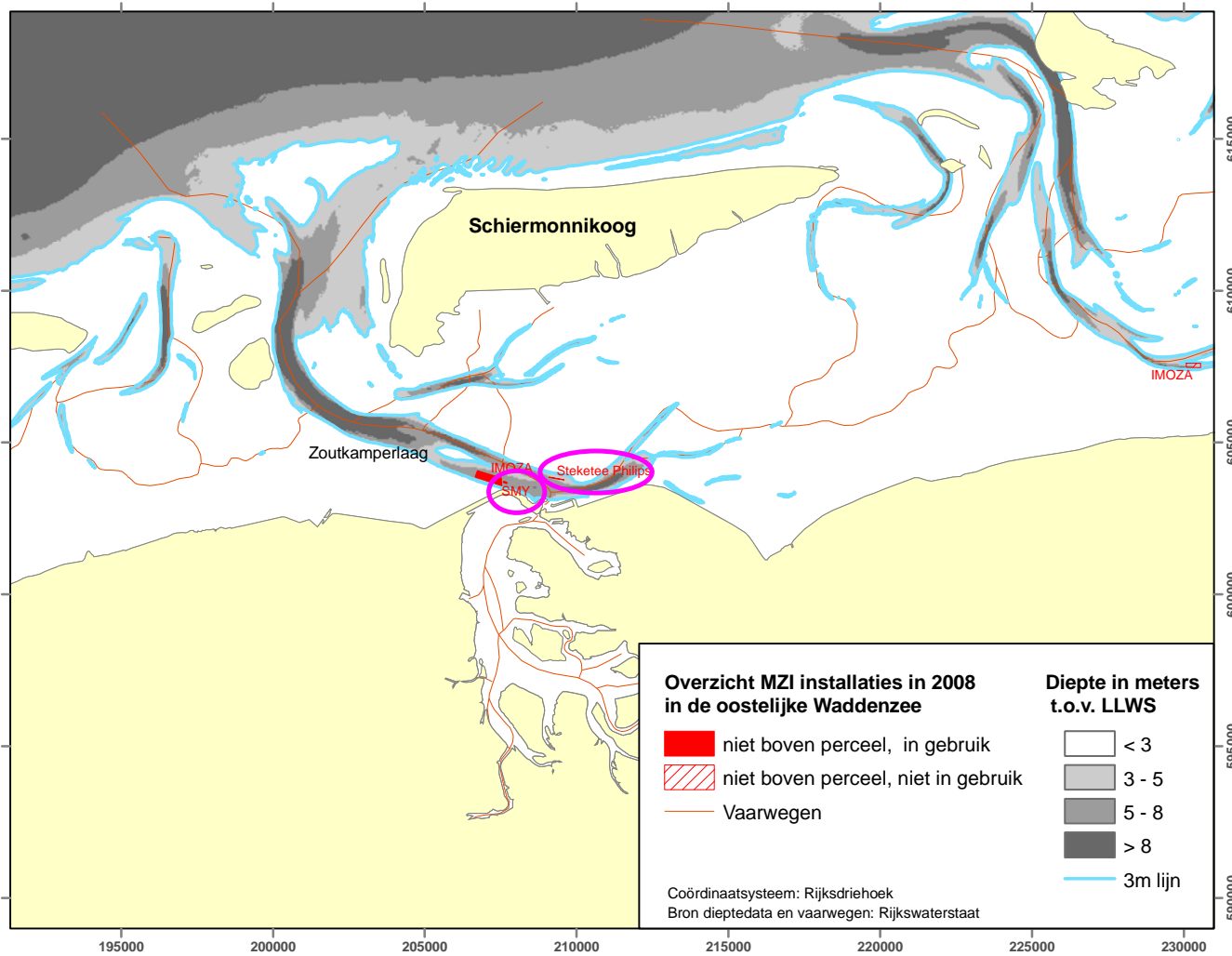
Handtekening:
Datum: 26 februari 2009

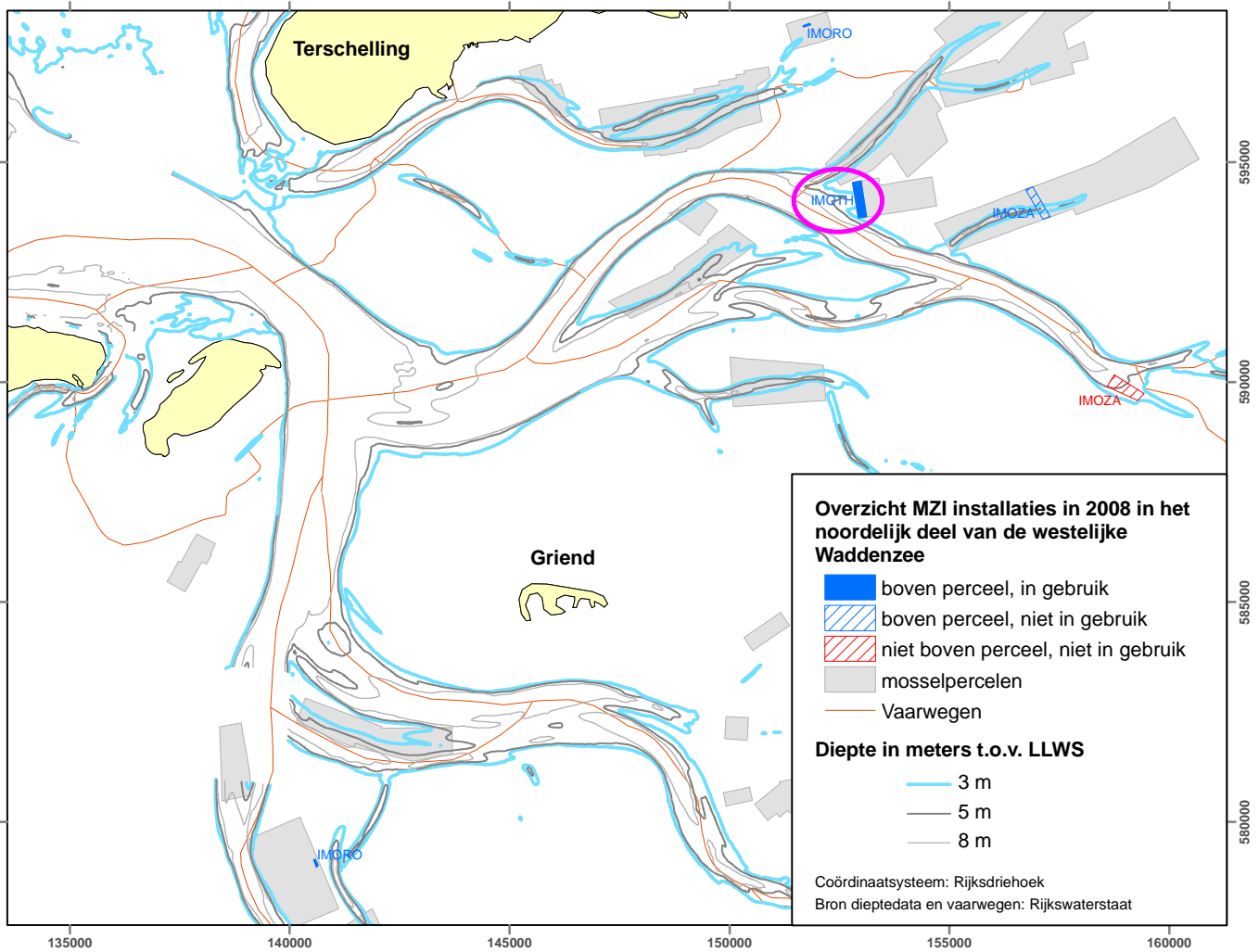
Akkoord: Dr. M.C.Th. Scholten
Directeur

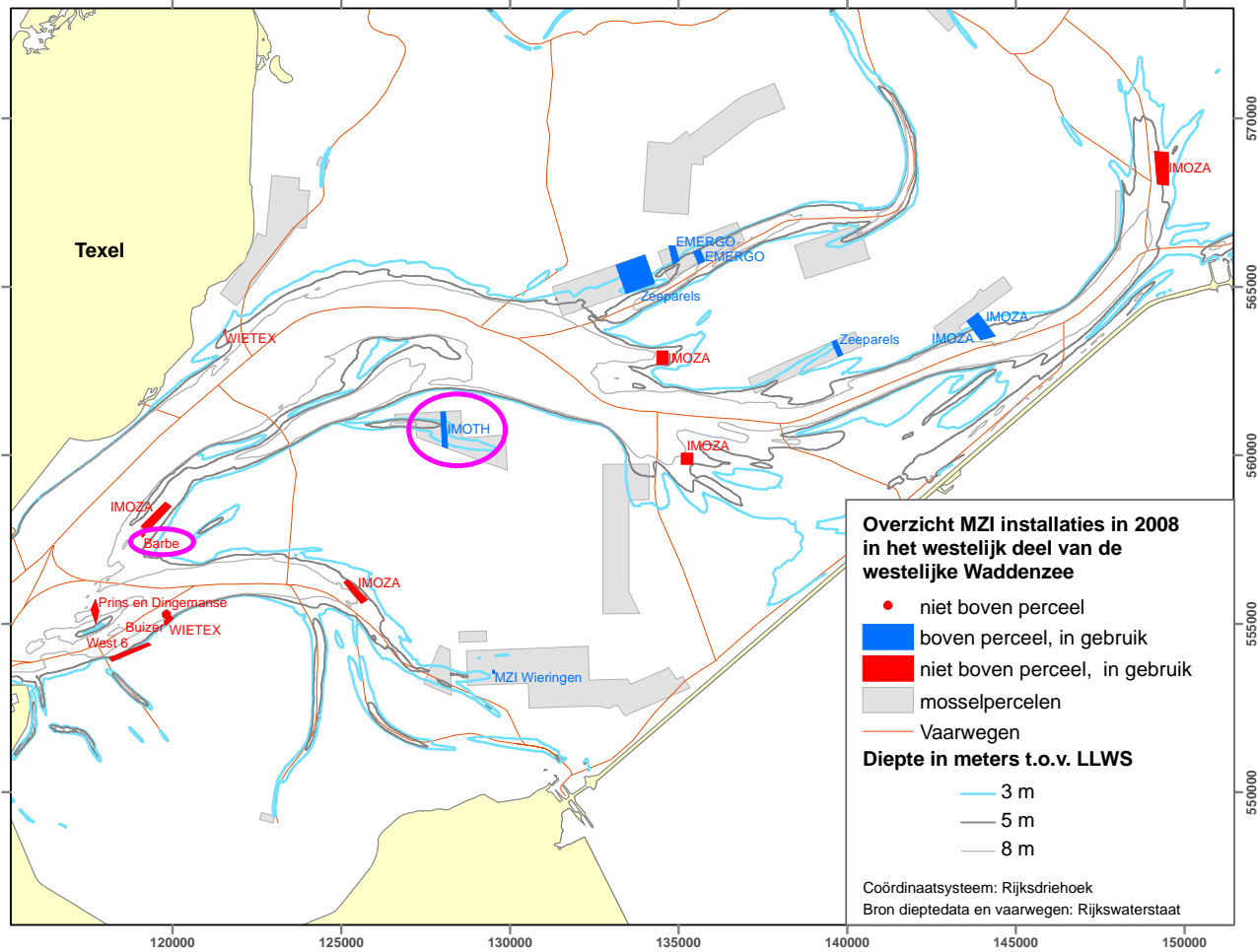
Handtekening:
Datum:

Bijlage A. Kaarten

Nieuw in 2008 is aangegeven met roze cirkel.







Texel

WIETEX

EMERGO

EMERGO

Zeeparels

IMOZA

Zeeparels

IMOZA

IMOZA

MOZH

IMOZA

Barbe

Prins en Dingemanse

Buizer WIETEX

West 6

IMOZA

MZI Wieringen

120000

125000

130000

135000

140000

145000

150000

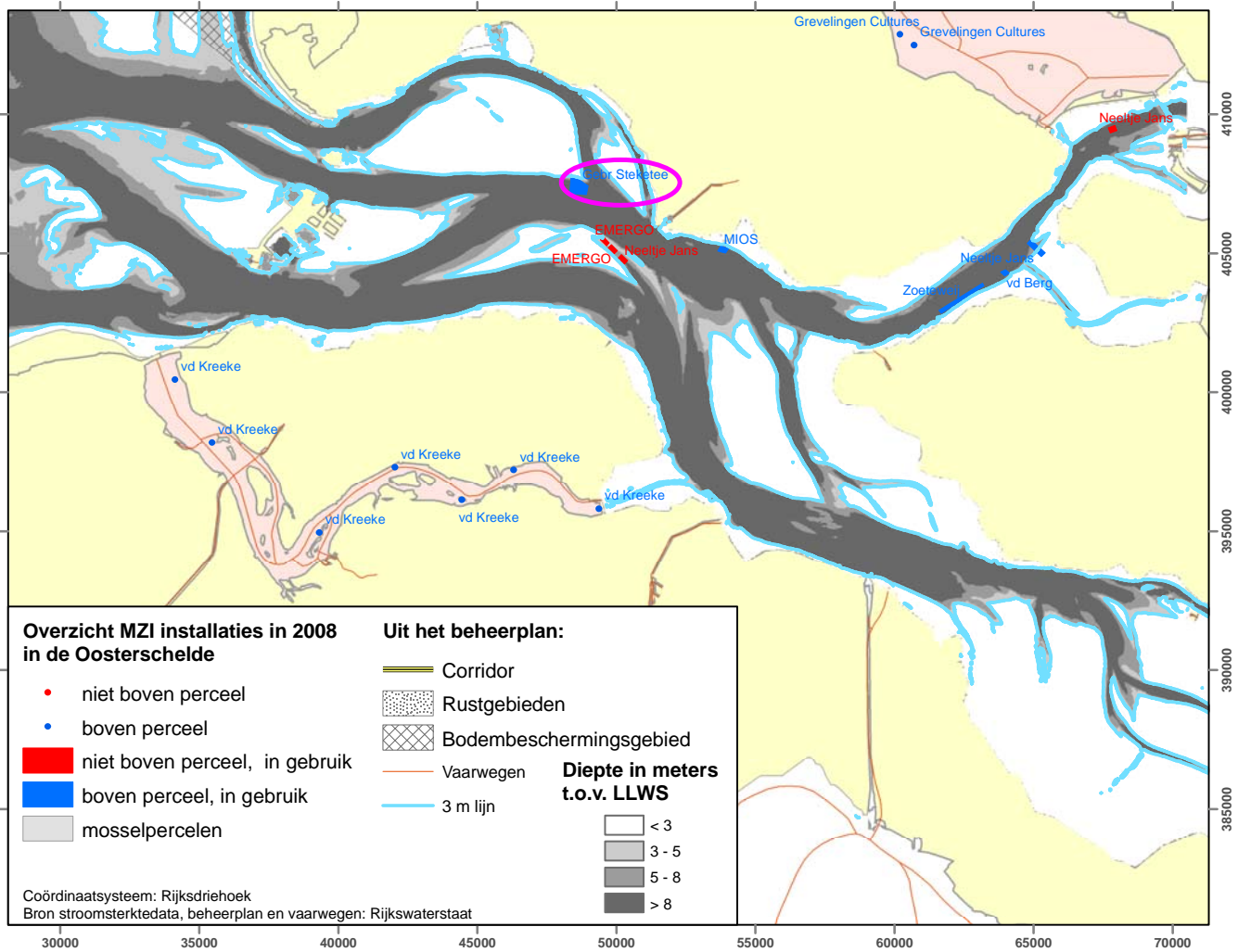
570000

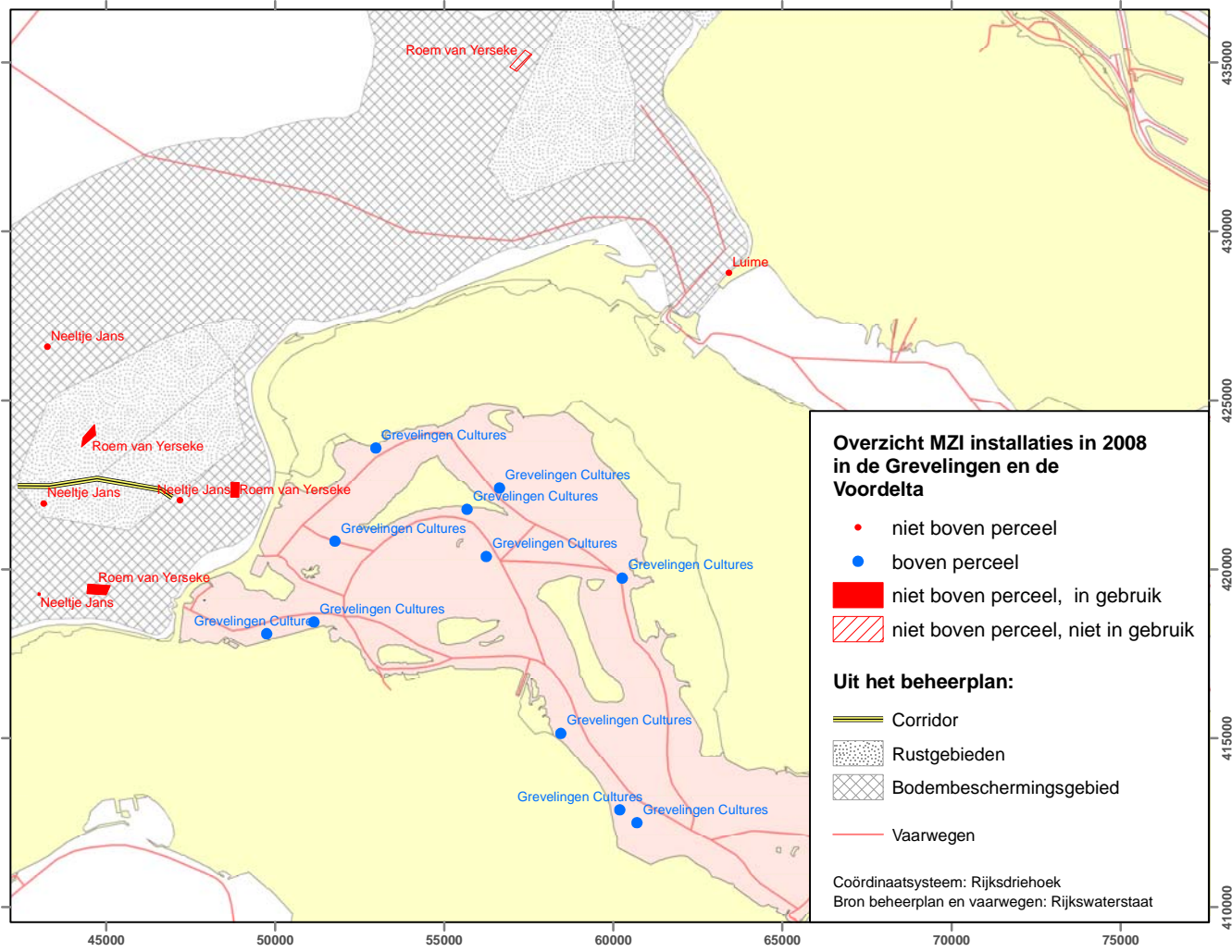
565000

560000

555000

550000





**Overzicht MZI installaties in 2008
in de Grevelingen en de
Voordelta**

- niet boven perceel
- boven perceel
- niet boven perceel, in gebruik
- ▨ niet boven perceel, niet in gebruik

Uit het beheerplan:

- Corridor
- Rustgebieden
- ▧ Bodembeschermingsgebied
- Vaarwegen

Coördinaatsysteem: Rijksdriehoek
Bron beheerplan en vaarwegen: Rijkswaterstaat

Bijlage B. Technische resultaten en ervaringen met de verschillende invang- technieken in 2008

Bijlage 1

Evaluatie MZI-experimenten

30 januari 2009
Dorsp huis de Zaete, Yerseke

Resultaten en ervaringen met de verschillende invang-technieken in 2008

door:
Marnix van Stralen

In samenwerking met en op verzoek van
de kenniskring MZI

Deze bijlage geeft inzicht meer technische aspecten en bevindingen tijdens de experimenten met MZI's zoals die zijn uitgevoerd in 2008.

Het betreft de resultaten zoals die zijn gepresenteerd tijdens een informatiebijeenkomst voor mosselkwekers en andere belangstellenden op 30 januari 2009 in Yerseke in dorpshuis "de Zaete". Op deze bijeenkomst zijn ook de uitkomsten van de IMARES-studie in het eerste gedeelte van dit rapport gepresenteerd.

De Powerpoint-presentatie is op de navolgende bladzijden afgedrukt en waar nodig toegelicht.

Inleiding en gebruikte gegevens

sheet 1

Vragen voor de (beginnende) MZI-ist:

- > Welk systeem te kiezen ?
- > Met welk systeem meeste productie per hectare ?
- > Wat is het rendement van MZI-zaad bij opkweek ?
- > Wat zijn de kosten van MZI ?
- > Hoe past MZI binnen de bedrijfsvoering ? (apart schip ?)
- > Welk systeem levert uiteindelijk beste bedrijfsresultaat ?

Presentatie gaat over de eerste 3 punten, dus vooral over techniek
Gericht op gebruik van percelen voor MZI
Beperkt tot de "succesvolle" systemen.

Informatieve vragen tussendoor, discussie aan het eind

sheet 2

Bron: **Rapportages 2008 en toelichting daarop van ondernemers**

Een grote variëteit aan systemen:

Buizen met netten,
Long-lines met touwen,
kooien, vloten,

Levert kennis over:

1. Opbrengst per eenheid substraat (kg/m touw, kg/m² netwerk)
2. Ruimtegebruik
 - MZI zelf (oppervlak, diepte in water)
 - verankering
 - tussenruimte

>>> Verkenning potenties systemen bij optimaal ruimtegebruik.
3. Bedrijfszekerheid van materialen, verankering etc.
4. Kweek-rendement tussen zaaien in de zomer en het najaar

Overzicht MZI gebruikte systemen – traditionele technieken

sheet 3

Traditionele systemen

Long lines met invangtouwen

Meestal dubbele lijnen



Xmas-rope, oneindig substraat
dropping lines (enkel met gewicht)
meestal verzwaard (lood)

Tot 12 meter diep

Tussenafstand touwen 20-60 cm

Lussen in lengterichting of zig zag tussen de twee hoofdlijnen

Oogst handmatig, venturi, schrapers.
meestal 1 maal

Verankering: betonblokken, ankers, penankers, palen

sheet 4

Traditionele systemen

Buizen en boeienlijnen met netten

Afmetingen net 100 m lang x 3 m diep

Easy farm, West6 : maaswijdte: 4.5 x 4.5 cm (= 44 m touw / m2)
Smart farm 17.5 x 17.5 cm (= 11 m touw / m2)

Speciaal oogstapparaat

Vaak meerdere keren oogsten (uitdunnen)

Verankering: ankers, penankers



Overzicht MZI gebruikte systemen – Nieuwe technieken

Naast gebruik van al eerder ontwikkelde technieken als long-lines en systemen met buizen waaraan netten zijn bevestigd (sheet 4 en 5) is er in de afgelopen jaren een variëteit aan alternatieve systemen uitgedokterd en geprobeerd. Dit is door het ministerie van LNV gestimuleerd middels de uitgifte van vergunningen voor nieuwe concepten. Van de vele experimenten worden hier de drie meest succesvolle gepresenteerd.

De meerwaarde van de opstelling met vloten van Wout van de Berg (sheet 5) ligt in het grote oppervlak aan substraat (netwerk) dat met deze vloten in het water kan worden gebracht. Ook op netten in het midden blijkt de zaadval en groei goed. De opstelling vraagt wel een diepe en beschutte locatie. Het duikend verwijderen van een metaal rek onderaan de netten om deze uit elkaar te houden is een knelpunt.

In de opstelling van het project IMOTH (sheet 6) wordt gewerkt met horizontaal opgespannen touwen en is daarmee geschikt is gebleken voor ondiepe en ook ruwe locaties. Er zijn indicaties dat een minimale waterdiepte nodig is voor een goede zaadval.

Van de kooi-opstelling van MZI Wieringen (sheet 7) is opmerkelijk dat ook midden in de kooi de zaadval en groei goed is en geen accumulatie van slib plaats vindt, zoals die in de korven van WIETEX wel is waargenomen. Dit de hoge stroomsnelheden die op de proeflocatie heersen zijn daarvoor een mogelijke verklaring.

sheet 5

Nieuwe concepten (voor zover productief)

Vloten van Wout v d Berg

25 vloten aan longline van 150 m

Afmetingen vlot 3 x 4 m

Elk vlot 5 netten tot 5m diep,

82 m² net per vlot

25 vloten = 7 buizen

Netten 50 cm uit elkaar

Aan onderzijde frame om netten uit elkaar te houden,
voor oogst verwijderen met duikers !

Verankering: ankers



sheet 6

Nieuwe concepten (voor zover productief)

IMOTH

Horizontaal invangtouw

tussen buizen van 6 m

Extra lussen voor oppervlaktevergroting

Bedoeld voor ondiep water:

op locaties <1.5m bij LW geen oogst

>> gebied? larven? krabben? stroom?

Verankering: ankers, palen



sheet 7

Nieuwe concepten (voor zover productief)

MZI Wieringen

Kooi van 3 x 3 x 2.5 m (l x b x h),

gewicht ca. 2000 kg

50 cm van bodem

Vertikaal X-mas rope, met tussen de touwen 25 cm = 360 m touw / kooi

Getest in Zwin op locatie met veel stroom

vergelijk WIETEX)



32 mt / kooi

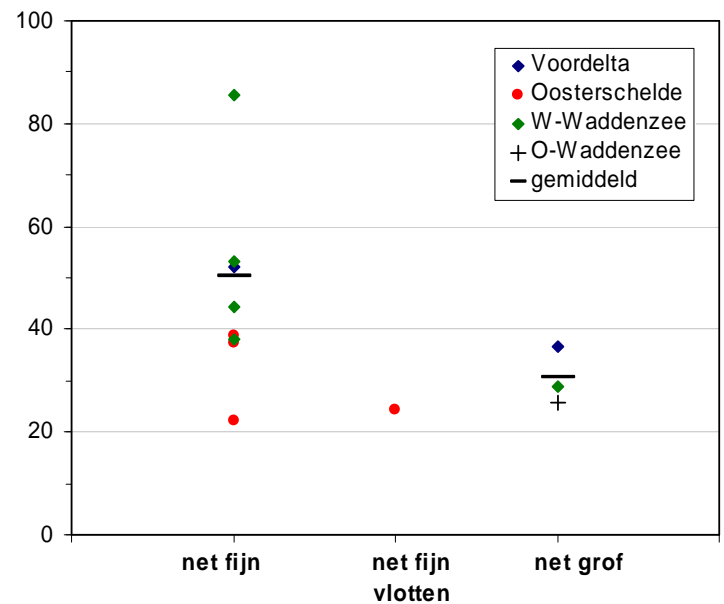
Productie per eenheid substraat

In sheet 8 en 9 is de gemiddelde opbrengst van mosselzaad in MZI-opstellingen met netten (in kg/m²) en touwen (in kg/m) weergegeven. Wanneer MZI's verloren zijn gegaan is daarvoor gecorrigeerd, en de hier gepresenteerde waarden de gemiddelde opbrengsten betreffen in het geval alle MZI's hadden kunnen worden geoogst.

Sheet 8. Oogst van mosselzaad in systemen met netten (in kg/m² netwerk):

- De spreiding in opbrengsten is groot.
- De hoogste opbrengsten worden gehaald met fijnmazige netten in de Waddenzee.
- De oogst uit de Smartfarm systemen blijft wat achter. De laatste zijn grofmaziger en bevatten daardoor minder substraat per m² netwerk.

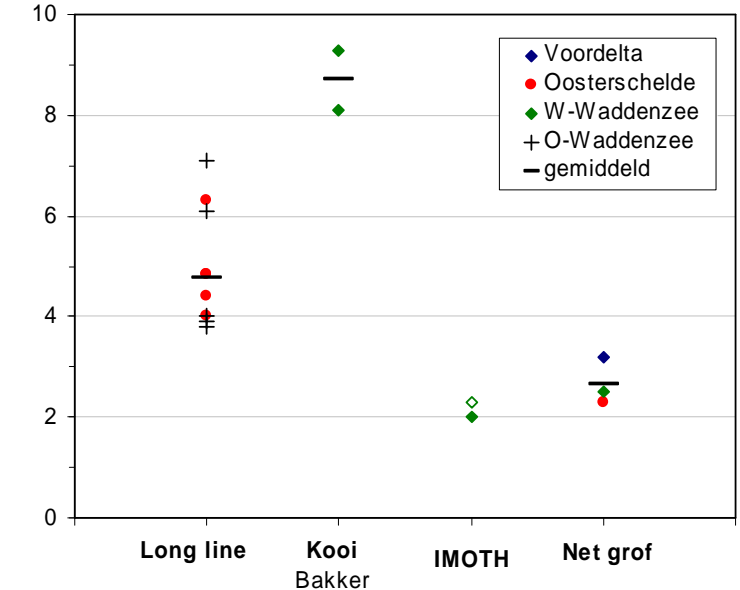
kg/m² net



Sheet 9. Oogst in systemen met touwen als substraat (in kg/m² touw):

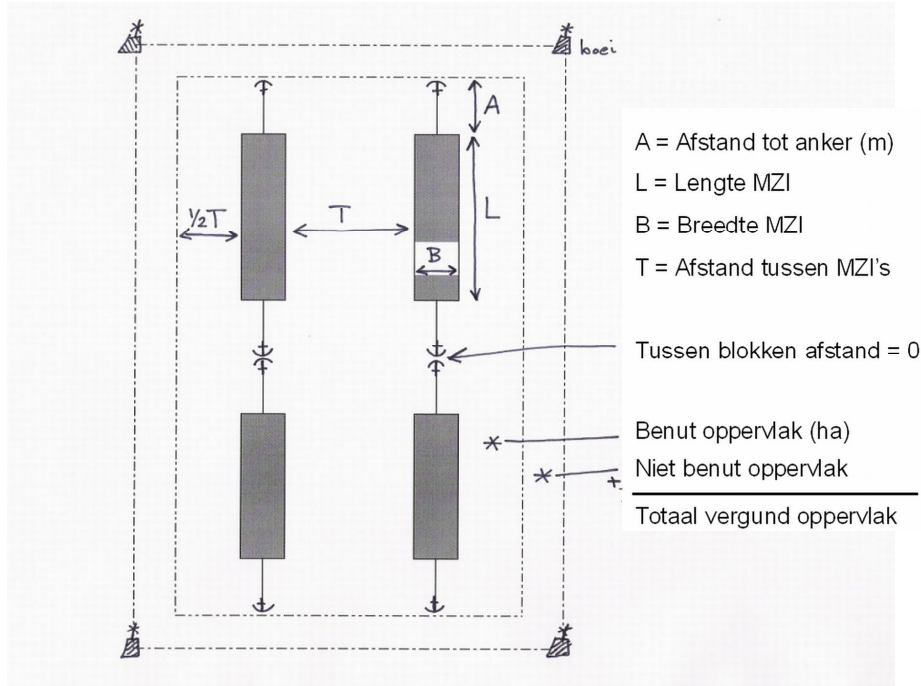
- De spreiding in opbrengsten is ook hier groot.
- De opstelling van MZI-Wieringen scoort het best, waarbij wel moet worden opgemerkt dat het gaat om slechts twee kooien op betreffende locatie.
- Bij de oogsten van de IMOTH-opstellingen is een aanzienlijk deel van de opbrengst verloren is gegaan (schatting 50%).
- Wanneer de productie in de Smartfarm netten wordt uitgedrukt in kg/m in de mazen scoort de opbrengst nog steeds aan de lage kant.

kg/m touw



Optimaal ruimtegebruik

De voor MZI's benodigde ruimte wordt bepaald door de afmetingen van de MZI zelf maar ook door de ruimte die nodig voor de verankering en om bijvoorbeeld nog tussen de MZI's door te kunnen varen. De relevante maten en benaming zijn hieronder schematisch weergegeven in **sheet 10**.



Sheet 11 geeft een overzicht van de afstanden die in de verschillende experimenten is aangehouden. De grote spreiding is mede het gevolg van het feit dat in veel experimenten het beschikbare oppervlak nog niet maximaal wordt benut. Wanneer het beschikbare oppervlak beperkt is ligt voor de hand de benodigde afstanden zo veel mogelijk te minimaliseren. Daarvoor realistische waarden zijn hieronder in blauw weergegeven en gebruikt in navolgende berekeningen naar potentiële producties in de verschillende systemen.

sheet 11

		L	B	2xA	T	Oogst	kg/m
Long line n= 9	gemiddeld	147	80	35		touw	5
	minimum	50	45	15			4
	maximum	220	120	50			7
	standaard waarden	150	80	15..35			5.0
buizen n= 10	gem	118	59	23		net	42
	min	100	30	14			22
	max	125	75	40			86
	standaard waarden	120	60	15..25			45
overig	vloten vd Berg	pm	3	40	15	overig	24
	IMOTH	70	6	20	8		2.0
	kooi Bakker	pm					8.7

Optimaal ruimtegebruik

Om een beeld te krijgen van de potentiële productie van mosselzaad per ha MZI-grond is een spreadsheet gemaakt waarin kan worden gevarieerd met de parameters die daarin een rol spelen. Dit is hieronder uitgewerkt voor het gebruik van long-lines met touw als substraat. De parameters die kunnen worden gevarieerd zijn in rood aangegeven. De blauwe waarden zijn berekend.

De berekening in de gele kolom (1) in **sheet 12** kan gezien worden als momenteel meest gebruikelijk voor de inrichting bij volledig gebruik van de beschikbare ruimte. Het gaat daarbij om een opstelling met dubbele long-lines van 150 m, aan ankers op een afstand van 40 m, een tussenruimte van 25 m en als substraat collectortouwen tot 3 m diep in het water en dat is opgehangen met een tussenafstand van 30 cm). In deze opstelling zou het effectief benut oppervlak 287 mt mosselzaad aan opbrengst opleveren.

In de kolommen daarnaast doorgerekend hoe de opbrengst toeneemt wanneer
 (2) de touwen tot 6 m diep in het water worden gehangen
 (3) de afstand tot de verankering wordt geminimaliseerd door gebruik van palen en
 (4) daarbij ook de afstand tussen de MZI's wordt verkleind.

Benadrukt wordt dat het hier gaat om tentatieve berekeningen met als doel MZI-ondernemers wat extra gevoel krijgen in welke mate genoemde aanpassingen bij zouden kunnen dragen aan een beter oogstresultaat. Of dat in de praktijk haalbaar is, is op sommige locaties op voorhand al onwaarschijnlijk dan wel zal in de praktijk nog moeten blijken.

Optimaal ruimtegebruik

Long lines

(als voorbeeld)

In zwart de standaardwaarden

In rood te variëren grootheden

De blauwe waarden zijn berekend

		Longline dubbel met touw			
		1	2	3	4
Afmetingen opstelling					
Lengte	m	150	150	150	150
Effectieve lengte	m	150	150	150	150
Breedte	m				
Waterdiepte substraat	m	3	6	3	3
Afstand tussen touwen	cm	30	30	30	30
2x lengte verankering	m	80	80	0	0
Afstand tussen de MZI's	m	25	25	25	15
Oppervlakten					
Ruimtebeslag van 1 MZI	m ²	5750	5750	3750	2250
Aantal MZI's / ha		1.7	1.7	2.7	4.4
Hoeveelheid substraat / MZI	m ² /m ²	3300	6300	3300	3300
Hoeveelheid substraat / ha	m ² /m ²	5739	10957	8800	14667
Oogst					
per m of m² substraat	kg	5	5	5	5
per MZI	mt	165	315	165	165
per ha benut oppervlak	mt	287	548	440	733
Benutbaar oppervlak		75%	75%	75%	75%
per ha vergund oppervlak	mt	215	411	330	550

Optimaal ruimtegebruik

In **sheet 13** zijn de berekeningen ook uitgevoerd voor de andere systemen. Uiteraard zijn er nog andere rekenvarianten mogelijk. De berekeningen laten zien dat alle genoemde systemen potenties bieden voor een renderende invang van mosselzaad, met elk uiteraard hun eigen randvoorwaarden en nog bestaande onzekerheden rond met name de nieuw ontwikkelde technieken.

		LL dubbel met touw				Buis met net				Vlot (25)		IMOTH		MZI Wier.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Afmetingen opstelling															
Lengte	m	150	150	150	150	120	120	120	120	150	150	70	70	3	3
Effectieve lengte	m	150	150	150	150	100	100	100	100	100	100	70	70	3	3
Breedte	m									3	3	6	6	3	3
Waterdiepte substraat	m	3	6	3	3	3	3	3	3	5	5			2.5	2.5
Afstand tussen touwen	cm	30	30	30	30									25	25
2x lengte verankering	m	80	80	0	0	60	60	0	0	50	60	10	40		
Afstand tussen de MZI's	m	25	25	25	15	25	15	25	15	15	25	8	15	14	17
Oppervlakten															
Ruimtebeslag van 1 MZI	m2	5750	5750	3750	2250	4500	2700	3000	1800	3600	5880	1260	3150	278	400
Aantal MZI's / ha		1.7	1.7	2.7	4.4	2.2	3.7	3.3	5.6	2.8	1.7	7.9	3.2	36	25
Hoeveelheid substraat / MZI	m/m2	3300	6300	3300	3300	300	300	300	300	2063	2063	3011	3011	360	360
Hoeveelheid substraat / ha	m/m2	5739	10957	8800	14667	667	1111	1000	1667	5729	3508	23894	9558	12960	9000
Oogst															
per m of m2 substraat	kg	5	5	5	5	45	45	45	45	24	24	2	4	8.7	8.7
per MZI	mt	165	315	165	165	135	135	135	135	495	495	60	120	31	31
per ha benut oppervlak	mt	287	548	440	733	300	500	450	750	1375	842	478	382	1128	783
Benutbaar oppervlak		75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
per ha vergund oppervlak	mt	215	411	330	550	225	375	338	563	1031	631	358	287	846	587

Exploitatie van de MZI's zelf.

Ook door een handig beheer van de MZI's kan de productie van mosselzaad worden geoptimaliseerd. Het meerdere keren oogsten (uitdunnen) is daarvan een voorbeeld dat blijkt in de praktijk te kunnen leiden tot 50% meeropbrengst. Utdunnen vraagt wel daarvoor geschikte oogsttechnieken (met name voor de systemen met grote netten reeds beschikbaar) en betekent soms ook veel extra werk (bijvoorbeeld handmatig oogsten van touwen aan long-lines).

Het maar zo veel mogelijk substraat ophangen levert ook niet altijd voordeel op. Dit blijkt uit een experiment met long-lines waar touwen zijn opgehangen met een tussenafstand van 20, 25 en 30 cm. Tegen de verwachting bleek de laatste opstelling het meest productief. Met het ophangen van de minste lengte touw per meter hoofdlijn (18 m) werd uiteindelijk de hoogste productie gehaald (129 kg). Het langs elkaar schuren van touwen wanneer deze dichter op elkaar hangen is hiervan de achterliggende oorzaak.

sheet 14

Vergroten productie in MZI's zelf

Netten

> sterk gemechaniseerd,
3 maal oogsten leidt tot ca. 50% meer opbrengst (NJans Oschelde)

Long lines met touwen

> oneindig - goed te mechaniseren, slechts 1 x oogstbaar
> dropping lines: bij 2 maal oogsten ca. 50% meer opbrengst (NJ Os)
> verkleinen onderlinge afstand touwen / langere lussen
toenemend risico op in de knoop en schuren

Long Line YE72, Brakzand, lengte lussen 2.5 m				
Afstand tussen touwen cm	Meter touw / meter LL m	Oogst		
		Per m touw kg	Per m Long Line kg	Bus stukstal
20	26	3.9	102	1850
25	21	3.8	81	1600
30	18	7.1	129	1210

In de sheets op de volgende bladzijde wordt een overzicht gegeven van de kenmerken en ervaringen met de verschillende type verankeringen en andere materialen die in de verschillende MZI-experimenten zijn gebruikt. De algemene ervaring is dat de krachten in de natuur en slijtage van materialen gemakkelijk wordt onderschat en met als advies om kwalitatief hoogwaardige materialen (kettingen, sluitingen etc....) te gebruiken.

Praktijkervaring met gebruikte materialen

sheet 15

Bedrijfszekerheid – Verankering

Betonblokken

Goedkoop

Raken relatief vaak van hun plaats

Alleen voor beschutte locaties

Ankers (400 kg)

Aantal maal vergaan (MZI te groot, bladen naar boven bij “plonzen” op diep water)

Na neerleggen van de MZI kunnen de ankers nog worden verplaatst.

Bedrijfszeker, maar er zijn grenzen

Penankers

Exacte positionering

Geschikt voor gecombineerd gebruik

Palen

(optie: combinatie 1 paal en 1 anker)

Ruimte winst,

Exacte positionering, tevens markering

Geschikt voor gecombineerd gebruik

Soms problemen bij opspannen

(gemeten trekkracht tussen 1 en 2 ton)

sheet 16

Bedrijfszekerheid kabels en sluitwerk en andere praktische zaken

Draden, kettingen, ringen en sluitingen

Gebruik alleen gekeurd materiaal

Sluitingen eventueel vast lassen

Gekeurde staaldraad binnen 5 jaar toch versleten

Long lines met touw

Geen eenduidige verschillen type touw wat betreft zaadinvang

Oud touw wel vaak beter

Wel niet laten overwinteren?

Toenemend gebruik van met lood verzwaard touw

Bij gebruik van bakstenen, 2 per lus i.v.m. draaien

Met zig zag opspannen i.p.v. in lengte per lijn 30% meer touw

algemeen

Loggere systemen (dikke buizen, boeien met vlerken) minder risico op afvallen zaad

Vaak geen inzicht op wat bij oogsten verloren gaat

Kweekrendement

Naast een goede opbrengst van zaad is de geschiktheid daarvan als grondstof voor bodemkweek bepalend of MZI's economisch rendabel kunnen worden geëxploiteerd. Gegevens over het kweekrendement van MZI-zaad zijn nog nauwelijks beschikbaar. De gegevens die er zijn vertonen een grote variatie.

Vraat door krabben wordt momenteel als de meest bepalende factoren beschouwd voor de overleving van uitgezaaid MZI-zaad. Dit speelt met name in de Waddenzee en verklaart waarom de rendementen kort na uitzaaien in de Oosterschelde gemiddeld wat beter zijn. Bij verdere opkweek in de Oosterschelde wordt dit voordeel echter weer tenietgedaan de trage groei in de Oosterschelde dan in de Waddenzee. Het mogen verplaatsen van MZI-zaad uit de Oosterschelde naar de Waddenzee wordt door de kwekers als doorslaggevend gezien voor het uiteindelijk rendabel kunnen produceren van MZI-zaad in de Deltawateren.

sheet 17

Kweekrendement

Geen verplicht onderdeel rapportage
Gegevens anekdotisch, mislukkingen niet gerapporteerd.

Globaal beeld

Kweekrendement MZI-zaad	Van zaaien tot de winter in eenheden van 1	
	range	gemiddeld (ordegrootte)
Oosterschelde	1 - 3	2
Waddenzee	0 - 2.5	1.25 - 1.5

Mogelijke opties voor verbetering

Schelpen zaaien
Zo los mogelijk zaaien
Groepsgewijs zaaien
Welk gebied (Vlieter, Fransegat, in zijn algemeenheid ondiep)
Zuid - Noord
Krabben wegvangen

Naar aanleiding van deze sheet is gediscussieerd in hoeverre het verstandig is de productie uit MZI's af te meten aan de hoeveelheid die is geproduceerd en of het niet beter is dat te beoordelen op basis van de biomassa die de kritische fase van krabbenvraat (en mogelijke andere risico's direct na uitzaaien) zijn doorgelopen. Een van de grotere MZI-ondernemers denkt daarom in termen van "november-zaad" overeenkomend met de bestanden zaad die op dat moment normaal gesproken uit de najaarsvisserij op de percelen zijn terecht gekomen. Op zich is dit een logische gedachte, maar vraagt dat in zijn algemeenheid inzicht moet zijn in het rendement dat tot 1 november van het uitgezaaide zaad is behaald. Van de andere experimenten zijn deze gegevens niet voor handen wat verder vergelijking niet mogelijk maakt.

Wegvissen krabben

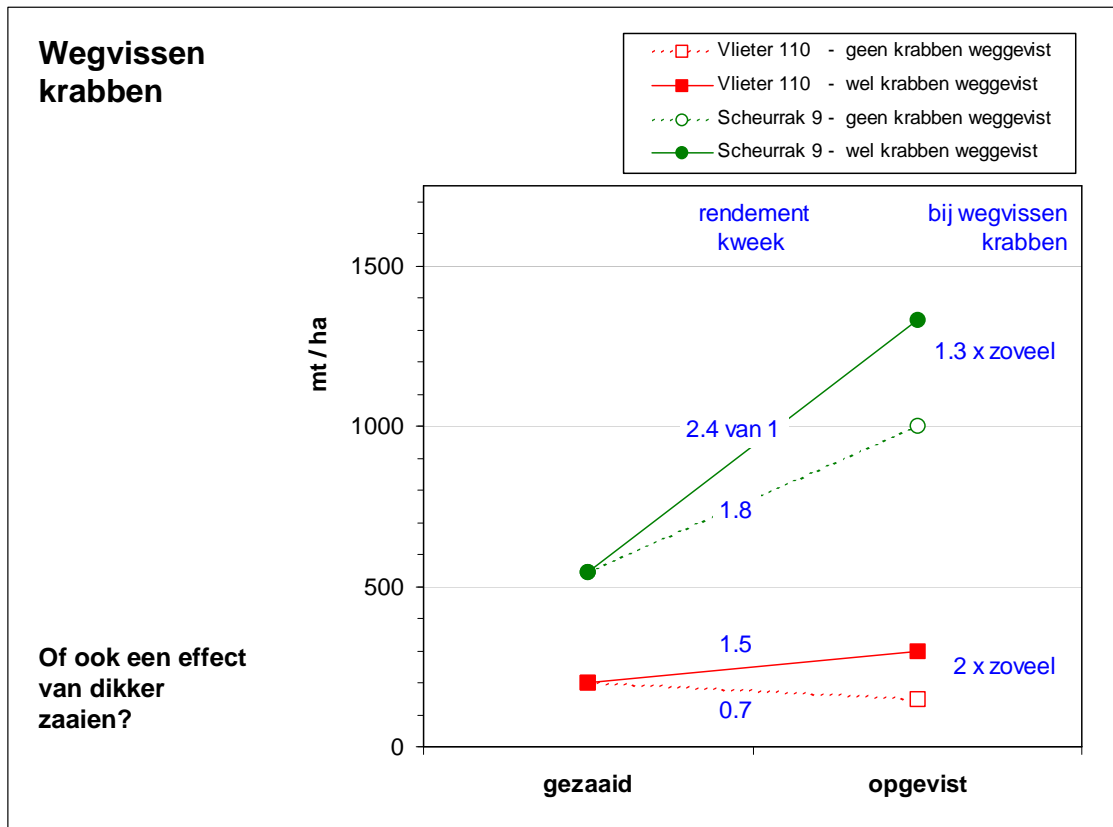
Van opties voor het verbeteren door actief beheer lijkt op dit moment het wegvissen van krabben het meest perspectief te bieden. Op percelen in het Scheurrak en in de Vlieter is dit ook uitgeprobeerd en zijn de uitkomsten daarvan beschikbaar gesteld.

Met het wegvissen van krabben lijkt het rendement substantieel toe te nemen (rendement respectievelijk 1.3 en 2 maal zo hoog!). Het gaat echter om twee waarnemingen en zou statistisch nog op toeval kunnen berusten.

Het tweede wat opvalt is dat het rendement bij een hogere zaaidichtheid (Scheurrak) relatief hoog is, terwijl in het algemeen er van wordt uitgegaan dat juist dun zaaien ten goede komt van het kweekrendement. Dit kan er op duiden dat bij dik zaaien de krabben worden overvoerd en daarmee de kans dat een uitgezaaid mosselzaadje de kritische fase overleeft (lees de kans krijgt groot genoeg te worden om niet meer te worden opgegeten) toeneemt. Maar ook hier geldt dat dit niet meer is dan een aanwijzing en ook andere verschillen tussen beide locaties aan dit fenomeen ten grondslag kunnen liggen.

Al met al zijn het thema's die interessant genoeg zijn om nader uit te proberen.

sheet 18



Resumerend

sheet 19

Samenvattend

Meerdere systemen in beeld

	mt/ha benut opp.	Waarden als indicatie !!
Longlines met touwen	300 tot 600	
Buizen met netten	300 tot 600	
Vlotten	1000	beschut
IMOTH	300 tot ...	ondiep, maar niet te ondiep
Kooi MZI Wieringen	500 ?	ondiep (3m), veel stroom

Extra opbrengst bij meerdere keren oogsten

Bedrijfszekerheid

Onderschat natuur niet
Kies voor kwalitatief hoogwaardige materialen
Leer van collega's en van leveranciers.

Opweek MZI-zaad

Krabben belangrijk
Zuid – Noord idem
Verder zijn er vooral nog veel ideeën hoe het beter kan.

>>> Uitproberen en van elkaar leren.

Met als constatering dat

- De experimenten tot nu toe een schat aan informatie hebben opgeleverd.
- Invang van mosselzaad in MZI's zeker toekomst heeft, en ook de nieuw ontwikkelde systemen daarin veel te bieden hebben
- Maar ook dat er ook nog veel vragen liggen en problemen zijn op te lossen, waarin samenwerken en kennisdelen een belangrijke voorwaarde is om dat op een zo efficiënt mogelijke wijze te doen
- De kenniskring een prima platform biedt om dat te structureren.