



Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO)

Ecologie, visserij en monitoring van mesheften in de Voordelta

J.W.M. Wijsman, J.J. Kesteloo & J.A. Craeymeersch

Rapport nr. C009/06
Januari 2006



Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

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

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

Rapport

Nummer: C009/06

Ecologie, visserij en monitoring van mesheften in de Voordelta

J.W.M. Wijsman, J.J. Kesteloo & J.A. Craeymeersch

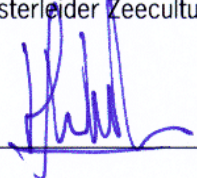
Opdrachtgever: Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ
Postbus 20907
2500 EX Den Haag

Project nummer: 3.02.12080.19

Contract nummer: 05.088

Akkoord: H. van der Mheen
Clusterleider Zeecultuur

Handtekening:



Datum: 27 januari 2006

Aantal exemplaren: 25
Aantal pagina's: 37
Aantal tabellen: 1
Aantal figuren: 14
Aantal bijlagen: 1

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

De Directie van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV; opdrachtgever vrijwaart het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

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

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
Samenvatting.....	3
1 Inleiding.....	5
2 Autecologie van mesheften en relatie met (a) biotische omgevingsfactoren	7
2.1 Mesheften	7
2.2 Amerikaanse zwaardschede.....	7
2.3 Voorkomen.....	8
2.3.1 Diepte	8
2.3.2 Sediment samenstelling.....	8
2.3.3 Zoutgehalte	8
2.4 Groei.....	8
2.5 Voortplanting, kolonisatie en migratie	9
2.6 Gedrag.....	10
2.7 Sterfte.....	10
3 Prederende vogels	12
3.1 Eidereenden	12
3.2 Zee-eenden.....	12
3.3 Overige vogels.....	12
3.4 Belang van mesheften voor vogels	13
4 Visserij op mesheften	14
4.1 Technieken	14
4.2 Ontwikkeling vangsten	14
4.3 Visserijdruk.....	15
4.4 Effecten van visserij	15
4.4.1 Fysische effecten	15
4.4.2 Biologische effecten	16

5	Beschouwing monitoringstechnieken.....	18
6	Ruimtelijke en temporele patronen in de Voordelta	22
7	Discussie en conclusies	27
8	Referenties	29
	Bijlage A Overzicht belangrijkste soorten mesheften	32
A.1	Amerikaanse zwaardschede (<i>Ensis directus</i> (Conrad, 1843))	32
A.2	Grote zwaardschede (<i>Ensis arcuatus</i> (Jeffreys, 1865))	33
A.3	Kleine zwaardschede (<i>Ensis ensis</i> (Linnaeus, 1758))	34
A.4	Groot tafelmesheft (<i>Ensis siliqua</i> (Linnaeus, 1758))	35
A.5	Klein tafelmesheft (<i>Ensis minor</i> (Chenu, 1843))	36
A.6	Messchede (<i>Solen marginatus</i> Pulteney, 1799).....	36

Samenvatting

De Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) is een exoot in de Nederlandse wateren. De soort is in 1979 voor het eerst in Europa aangetroffen en heeft zich sindsdien sterk ontwikkeld. Thans is de Amerikaanse zwaardschede verreweg de belangrijkste mesheft soort in Nederland en vanwege de hoge biomassa is de soort een belangrijk onderdeel van het mariene ecosysteem geworden. Dit ecoprofiel van mesheften is opgesteld om meer inzicht te krijgen in de ecologie van mesheften en hun rol in het ecosysteem.

Mesheften zijn langgerekte schelpdieren die vertikaal ingegraven zitten in de zeebodem. Ze komen zowel voor in het sublitoraal (tot 15 a 30 meter) als in de lage delen van het litoraal. Bij onraad kunnen ze zich met behulp van hun sterke voet snel dieper (tot meer dan 30 cm) het sediment inwerken. Ook kunnen ze het sediment ontvluchten en zwemmen naar geschiktere locaties. Mesheften hebben gescheiden geslachten, en door het relatief lange larvale stadium (2 – 4 weken) kunnen ze zich met de waterbeweging over grote afstanden verplaatsen.

De bestanden van mesheften in de Voordelta waren de laatste jaren (2002 tot en met 2005) aanzienlijk hoger dan de voorgaande jaren. In het gebied in de Voordelta dat in 2004 intensief is bemonsterd in het kader van met Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2 is het totale bestand geschat op 71 miljard individuen met een totale biomassa van 493 miljoen kg versgewicht (oppervlakte onderzoeksgebied is 68 duizend ha).

De veelal hoge biomassa's die er de laatste jaren worden gevonden in de Voordelta vormt een potentiële voedselbron voor predatoren als vissen en vogels. Ondanks de grote scherpe schelpen kunnen vogels als eidereenden en zwarte zee-eenden mesheften eten. Omdat het niet eenvoudig is de mesheften die zich met hun voet kunnen verankeren uit de zeebodem te halen is het mogelijk dat ze voornamelijk schelpen eten die uit het sediment zijn geraakt. Ook scholeksters en meeuwen doen zich vaak te goed aan mesheften die vaak massaal op de stranden zijn aangespoeld.

Het mesheften bestand in de Nederlandse kustwateren wordt op dit moment door 4 vissers bevestigd. Drie vissers zijn actief in de Voordelta en een visser vist in de Kustzone boven de Waddeneilanden. De effecten van de ensisvisserij op het bestand en overige bodembewoners zijn relatief beperkt door de gebruikte technieken en de geringe inspanning.

1 Inleiding

De aanleg van het landuitbreidingsproject Maasvlakte-2 is voorzien om de toekomstige ontwikkeling van de haven van Rotterdam te kunnen bedienen. De aanleg van Maasvlakte-2 mag zo min mogelijk invloed hebben op de natuur. Waar toch (beschermde) natuur verloren gaat, dient te worden gecompenseerd. Dat gebeurt volgens Nederlandse en Europese bepalingen. De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn is hierbij leidend. Als onderdeel van de compensatie zal een Zeereservaat worden ontwikkeld dat compenseert voor het verlies aan zeenatuur. Dit Zeereservaat, ter grootte van ongeveer 25.000 hectare, is voorzien voor de kust van Schouwen-Duiveland, Goeree-Overflakkee en Voorne-Putten.

Om de compenserende waarde van het Zeereservaat in te kunnen schatten, is er kennis nodig van het voorkomen van kwalificerende soorten en hun gebruik van het gebied. Een van de vogelsoorten is de zwarte zee-eend. Uit de eerste resultaten van de nulmetingen (RIKZ) voor vogels en bodemdieren in het gebied is het beeld ontstaan dat zwarte zee-eenden zich voornamelijk ophouden nabij gebieden met waargenomen hoge dichtheden mesheften (*Ensis* spp.).

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) onderzoekt in hoeverre mesheften in de Voordelta een voedselbron vormen voor zwarte zee-eenden en daarmee een sturende factor kunnen zijn voor de ruimtelijke verspreiding van de vogels in de Voordelta.

Om meer inzicht te krijgen in bovengenoemde vraag heeft RIKZ aan het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) gevraagd onderzoek te doen naar de ecologie van mesheften in de Voordelta. Dit rapport is het resultaat van een literatuurstudie, aangevuld met interviews van experts en ervaringsdeskundigen op het gebied van mesheften. De resultaten van deze interviews zijn verwerkt in de tekst. De auteurs hebben geprobeerd de resultaten van deze interviews zo goed mogelijk terug te laten komen in het onderliggend rapport. Iedere vorm van misinterpretatie of onjuiste weergave komen volledig voor rekening van de auteurs.

Deze studie beschrijft de leefwijze, de ruimtelijke en temporele verspreiding, habitatkenmerken en migratiegedrag van mesheften. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de ecologie van mesheften en de relatie met biotische en abiotische omgevingsfactoren. De relatie van mesheften met prederende zeevogels in de Voordelta wordt beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de visserij op mesheften in de Nederlandse kustwateren beschreven. Ten slotte wordt in hoofdstuk 5 de monitoring van mesheften bediscussieerd en in hoofdstuk 6 wordt de ruimtelijke en temporele verspreiding van mesheften in de Voordelta besproken. Bij de uitvoering van dit project is gebruik gemaakt van het lopend onderzoek in het kader van het LNV-bestek "Voedsel voor Vogels (*Spisula* en Mesheften)". Dit geldt vooral voor de hoofdstukken 2 (Autecologie van mesheften en relatie met (a) biotische omgevingsfactoren) en 4 (Visserij op mesheften).

Wij danken de volgende personen voor hun bijdrage aan dit rapport middels interviews dan wel commentaar op de conceptversie. :

- D. Schneider (Associate Dean of Science Memorial University of Newfoundland)
- B. Keus
- M. van Stralen (MarinX)
- M. Leopold (Alterra)
- A. Bout (KG-9)

- P. Pekaar (BZ-9)
- M. van Stee (Ye-25)
- H. Baptist (Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist)
- E. Stienen (Instituut voor Natuurbehoud, Brussel)

2 Autecologie van mesheften en relatie met (a) biotische omgevingsfactoren

2.1 Mesheften

Mesheften zijn langgerekte, tweekleppige schelpdieren. Ze zitten verticaal ingegraven in de bodem waarbij hun korte (tot 10 mm. lang) siphonen aan het sedimentoppervlak zitten. Met deze siphonen filteren ze het water, ze houden het plankton achter en geven het slib terug in de vorm van feces en pseudo-feces. Mogelijk is dit de reden dat banken met mesheften vaak slibrijk zijn. Naast voedsel wordt met de siphonen ook zuurstof opgenomen en worden afvalstoffen teruggegeven.

Mesheften is de verzamelnaam van verschillende soorten schelpdieren, onderverdeeld in de families *Solenidae* (messcheden) en de *Pharidae* (zwaardscheden en tafelmesheften) (Van Urk, 1964a). De bekendste soorten in Europa zijn het groot tafelmesheft (*Ensis siliqua*), het klein tafelmesheft (*Ensis minor*), de grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*), de kleine zwaardschede (*Ensis ensis*), de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) en de messchede (*Solen marginatus*). In bijlage A van dit rapport is een overzicht gegeven van de taxonomische eigenschappen van deze soorten.

2.2 Amerikaanse zwaardschede

De Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) is in 1979 voor het eerst in Europa aangetroffen, in de Duitse Bocht (Noordzee) (Dörjes, 1992). Aangenomen wordt dat de larven meegevoerd zijn met ballastwater van zeetankers (von Cosel *et al.*, 1982). Sindsdien heeft deze soort, oorspronkelijk afkomstig van de Atlantische kust van Noord-Amerika, zich zowel in noordelijke als westelijke richting verplaatst.

In de Nederlandse Waddenzee is de Amerikaanse zwaardschede voor het eerst aangetroffen in 1981 in de bocht van Wattum, vanaf 1982 op meerdere locaties verspreid over de gehele Waddenzee (Essink, 1985). Inmiddels is de Amerikaanse zwaardschede verreweg de meest voorkomende mesheft soort in de Nederlandse Kustzone (Daan & Mulder, 2004; Holtmann *et al.*, 1996). Meer naar het zuiden wordt het dier aangetroffen op de stranden van Nederland en België, aan de Engelse oostkust tot het Kanaal en de Franse kust tot Le Havre. In de Belgische kustwateren zijn mesheften mogelijk de meest algemene schelpdiersoort (Pers. comm. E. Stienen). Larven van het schelpdier zijn in juni 1991 voor het eerst aangetroffen aan de Franse kust, na een periode met noorden wind (Luczak & Dewarumez, 1992). Sinds de negentiger jaren komt het schelpdier ook voor bij de Britse eilanden en de westkust van Zweden. Een van de factoren die de snelle verspreiding mogelijk maken is het langdurige pelagisch larve stadium (2-4 weken, Armonies & Reise, 1999; Muir, 2003). De larven kunnen dus gemakkelijker door de getijstroom over een grotere afstand getransporteerd worden (Essink, 1984).

In de Voordelta is de Amerikaanse zwaardschede verreweg de belangrijkste soort. Er zijn dichtheden aangetroffen tot 2 duizend mesheften per vierkante meter en de biomassa in het gebied kan oplopen tot 500 gram AFDW per vierkante meter (Craeymeersch, 1997; Craeymeersch *et al.*, 1996; Craeymeersch *et al.*, 1995). In het verleden zijn in het gebied wel waarnemingen gedaan van andere mesheft soorten als de grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*) (Craeymeersch *et al.*, 1998; Seip & Brand, 1987), de kleine zwaardschede (*Ensis ensis*) (Craeymeersch *et al.*, 1998) en het klein tafelmesheft (*Ensis minor*) (Seip & Brand, 1987).

2.3 Voorkomen

2.3.1 Diepte

Kenmerkend verschil tussen de Amerikaanse zwaardschede en de inheemse soorten is het leefgebied. Waar de kleine- en grote zwaardschede alleen in het sublitoraal voorkomen, wordt de Amerikaanse zwaardschede zowel aangetroffen in de lagere delen van het intergetijdegebied als in het sublitoraal tot 15 a 30 meter diep. In het litoraal zitten ze voornamelijk bij de laagwaterlijn. Tijdens droogval kunnen ze niet eten en is de zuurstoftoevoer verminderd (Schiedek & Zebe, 1987). Ze trekken zich dan terug in het zand en wachten daar tot het water weer terug is. Hierbij passen ze hun metabolisme aan aan de anaërobe omstandigheden (Schiedek & Zebe, 1987). Beukema en Dekker (1995) en Armonies en Reise (1999) hebben een negatieve relatie gevonden tussen de groei en het voorkomen van de Amerikaanse zwaardschede en de hoogteligging in het litoraal.

Sublitorale populaties prefereren waterdieptes van minder dan 18 meter, maar ook op grotere diepten in de Noordzee zijn mesheften gevonden (Armonies & Reise, 1999). In het algemeen worden de hoogste dichtheden gevonden in het ondiepe litoraal. In de Voordelta vissen de mesheftvissers voornamelijk op dieptes van 8 – 13 meter, in de buurt van geulen waar veel water met voedsel langs komt (pers. comm. A. Bout; P. Pekaar). Echter in minder dynamische systemen als de Oosterschelde en het Grevelingenmeer worden ook mesheften aangetroffen (pers. comm. H. Baptist; M. van Stee).

2.3.2 Sediment samenstelling

Ensis directus leeft bij voorkeur in een zanderige bodem (korrelgrootte 150-200 µm), maar komt ook voor in slik en grof schelpachtig sediment (Armonies & Reise, 1999). *Ensis siliqua* prefereert relatief fijne zandbodems terwijl *Ensis arcuatus* en *Ensis ensis* in grovere sedimenten voorkomen. Mesheften verdragen geen zwarte, sterk gereduceerde sedimenten (Muir, 2003). De dieren zijn aangepast aan het leven in gebieden onderhevig aan fysische verstoringen door golven of getijstromingen omdat ze zich snel en diep kunnen ingraven tot een diepte van 25 cm (Armonies & Reise, 1999; Craeymeersch *et al.*, 2001). Om zich snel te kunnen ingraven dient het sediment echter wel goed penetreerbaar te zijn (Muir, 2003).

2.3.3 Zoutgehalte

Er is weinig bekend over de relatie tussen mesheften en zoutgehalte. Mesheften zijn mariene soorten en komen vrijwel niet voor in brakke gebieden in de Westerschelde en de monding van het Haringvliet. In de Marlin database (www.marlin.ac.uk) wordt *Ensis* spp. aangeduid als een mariene soort die voorkomt bij een range in zoutgehalten tussen 30 en 40 psu. In het Verenigd Koninkrijk wordt door duikers gebruik gemaakt van een geconcentreerde zoutoplossing die wordt uitgegoten over de zeebodem om mesheften uit het sediment te verjagen (Pyke, 2002).

2.4 Groei

Mesheften zijn snelle groeiers. De groeisnelheid is een functie van voedselaanbod en temperatuur. In de zomer, als de watertemperatuur hoog is, en als er voldoende voedsel voorhanden is, dan groeien de mesheften het snelst. In de winterperiode is de groei zeer laag. Dit seizoenspatroon in groei is terug te vinden op de groeiringen op de schelp (Kristensen, 1957). Deze groeiringen kunnen gebruikt worden om de leeftijd van de individuen te bepalen, maar ook om de groei van individuele organismen te reconstrueren (Fahy *et al.*, 2001). Hiermee kunnen de groeiparameters van een populatie worden geschat. Echter in zwaarbeviste gebieden, waar selectief wordt gevisd op de grote, snelgroeiende individuen kan dit leiden tot

een onderschatting van de gemiddelde groei (Wijsman, 1993). Visserij op mesheften (*Ensis arcuatus*) in een baai in de Orkney eilanden had een direct effect op de groeiparameters van mesheften omdat selectief op de grotere individuen wordt gevisst (Robinson & Richardson, 1998).

In het algemeen kan de groei van mesheften worden beschreven door middel van een Von Bertalanffy groeicurve (Fahy & Gaffney, 2001):

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

In deze vergelijking staat L_{∞} voor de (theoretische) maximale lengte, k is de relatieve groeisnelheid en t_0 is de theoretische leeftijd waarbij de lengte 0 is.

Voor een onbevisst gebied in de Clyde Sea (Schotland) zijn de regressie parameters voor respectievelijk *Ensis siliqua* en *Ensis arcuatus* geschat op L_{∞} : 233.80 en 176.94; k : 0.15 en 0.19 en t_0 : -0.01 en 0.15 (Muir, 2003).

Voor diverse soorten is er een verschil in groeisnelheid gevonden tussen de sexen. De mannelijke individuen van *Ensis siliqua* groeien sneller en bereiken een grotere lengte dan hun vrouwelijke soortgenoten (Fahy & Gaffney, 2001). Bij *Ensis arcuatus* is er geen duidelijk verschil gevonden tussen de groei van mannelijke en vrouwelijke individuen (Fahy *et al.*, 2001).

In de Noordzee heeft *Ensis directus* op 1-jarige leeftijd een lengte van 1 tot 6.4 cm (gemiddeld 3.5 cm). Op 2-jarige leeftijd is de lengte 6 tot 12.6 cm (gemiddeld 9.4 cm), op 3-jarige leeftijd 12.4 tot 14.4 cm (gemiddeld 13.3 cm) en op 4-jarige leeftijd bereikt *Ensis directus* een lengte van 13.3 tot 15.2 cm (Armonies & Reise, 1999). Een 7-jarig individu was door hen gevonden met een lengte van 18.6 cm. De dieren leven echter zelden meer dan 4 jaar. Eénjarige mesheften in de Voordelta bij Voorne Putten hadden in 2002 een gemiddelde lengte van 4 cm. In 2003 had dit cohort een gemiddelde lengte van 8.5 cm en in 2004 had het een gemiddelde lengte van 11 cm. Bij Ameland groeiden de mesheften aanzienlijk trager. Deze zelfde jaarklasse had in 2004 slechts een gemiddelde lengte van 8 cm (Daan & Mulder, 2005).

2.5 Voortplanting, kolonisatie en migratie

Mesheften hebben gescheiden geslachten. De sex-ratio van mesheften is 1:1 (Muir, 2003) en voortplanting vindt in de Nederlandse wateren doorgaans plaats in het voorjaar. Het sperma en de eieren komen via de uitstroom siphonen in het water terecht waar de bevruchting plaatsvindt (Kenchington *et al.*, 1998) en het vrijzwemmende veliger ontstaat. De larven van *Ensis directus* zijn na 24 uur in het trochophore stadium, en na vijf dagen zijn de larven ongeveer 100 – 140 µm. Na 15 tot 16 dagen is het pediveliger stadium bereikt. De pediveliger heeft een voet waarmee het zich over het sediment kan verplaatsen zich kan ingraven in de bodem (Kenchington *et al.*, 1998; Muir, 2003). De schelp ontwikkelt zich dan van een ovale vorm naar de voor mesheften typische langgerekte vorm. De larven blijven 2 – 4 weken in de waterkolom alvorens ze zich vestigen in de zeebodem (Armonies & Reise, 1999; Muir, 2003).

Bij het eiland Sylt in de Waddenzee is waargenomen dat er twee perioden van broedval plaatsvindt van *Ensis directus*, namelijk een eerste in mei/juni en een tweede in juli augustus (Armonies, 1996). Na deze broedval kan het zaad nog migreren naar geschiktere gebieden door zich door middel van byssusdraden te laten meevoeren met de stroming (Armonies & Reise, 1999). Van de broedval van *Ensis directus* in de Voordelta is niet veel bekend. In de winter (januari - februari) neemt de conditie (en dus de kwaliteit) van de mesheften in de Voordelta sterk af omdat ze gaan paaien (Pers comm M. van Stee).

De leeftijd van geslachtsrijpheid is afhankelijk van de soort en de locatie. Aan de zuidkust van Portugal, maar ook in de Middellandse Zee wordt *Ensis siliqua* al geslachtsrijp in het eerste levensjaar, terwijl in de koudere Schotse wateren *Ensis siliqua* pas geslachtsrijp wordt na 4 tot

5 jaar, bij een lengte van meer dan 110 mm. *Ensis arcuatus* is al geslachtsrijp bij een lengte van 80 – 100 mm, bij een leeftijd van 2 – 3 jaar (Fahy & Gaffney, 2001; Fahy *et al.*, 2001; Muir & Moore, 2003).

In de periode voor de voortplanting wordt er veel energie gestoken in de voortplantingsorganen (Darriba *et al.*, 2004, 2005) waardoor de algemene conditie van de mesheften sterk achteruit gaat. Deze verminderde conditie kan leiden tot massale sterfte (Muir, 2003).

De mesheften komen vaak geclusterd voor in banken en de verspreiding is daardoor heterogeen. Mogelijk ontstaan deze banken in gebieden die geschikt zijn voor filter feeders waar voedsel wordt geaccumuleerd door getij, stormen en golfbeweging (Muir, 2003). Mesheften kunnen actief (zwemmend) dan wel passief (met de stroming) migreren naar geschikte locaties.

2.6 Gedrag

Bij onraad kunnen mesheften zich snel ingraven in de bodem tot een diepte van meer dan 30 cm. Met hun gespierde voet verankeren ze zich in het sediment en trekken zich vervolgens naar beneden (Henderson & Richardson, 1994; Trueman, 1967). Bij laboratoriumexperimenten met *Ensis ensis* is gebleken dat ze binnen 5 minuten volledig zijn ingegraven (Robinson & Richardson, 1998). Mogelijk is de snelle ingraafsnellheid te wijten aan het feit dat ze in min of meer permanente gangen zitten (Muir, 2003). In perioden van fysieke verstoring (e.g. door stormen) graven mesheften zich dieper in het sediment. Hierdoor zitten ze in de winter doorgaans dieper ingegraven dan in de zomer.

Mesheften kunnen ook het sediment ontvluchten als gevolg van chemische (lage zuurstof concentraties en hoge zoutgehaltes) dan wel fysieke (bevissing) verstoring (Muir, 2003) en zich door middel van een draaiende beweging van de voet en het openen en sluiten van de schelpheften over de zeebodem bewegen (Pyke, 2002). Schneider (1982) heeft aangetoond dat mesheften ook vluchtgedrag vertonen als ze geconfronteerd worden met predatoren als tepelhoorns (*Polinices duplicatus*). Ze graven zich daarbij dieper in het sediment, keren zich in het sediment om en komen met hun voet eerst weer naar buiten. Met een krachtige beweging van hun voet werken ze zich vervolgens uit het sediment. Ze kunnen dan wegzwemmen door het vlug openen en sluiten van de schelp en het maken van draaibewegingen met hun voet (pers. comm David Schneider 2005).

2.7 Sterfte

Voorals tijdens de eerste levensjaren is de sterfte van mesheften hoog als gevolg van predatie door kreeftachtigen, vissen en vogels. De overleving van juvenielen tijdens de eerste winter is doorgaans slechts enkele procenten, maar in goede jaren kan de overleving oplopen tot meer dan 50% (Armonies & Reise, 1999). Massale sterfte onder juveniele mesheften kan optreden als gevolg van de lage temperaturen tijdens de winter maar ook door de combinatie van kou en stormen, waardoor de mesheften die uit het sediment zijn gespoeld weer moeilijk terug het sediment in kunnen kruipen (Armonies & Reise, 1999). Massale sterfte onder volwassen exemplaren kan mogelijk ook optreden ten gevolge van zuurstofloosheid na een algenbloei en een verminderde conditie na paaien (Cadée, 2001). Op de stranden van de Nederlandse kust worden regelmatig massale hoeveelheden mesheften gevonden (pers. com M. Leopold; A. Bout). Ook aan de Belgische kust spoelen enorme hoeveelheden mesheften aan (pers. com. E. Stienen).

Het is voor vogels en vissen doorgaans moeilijk om grote mesheften te eten. De grote, scherpe schelpen kunnen schade toebrengen aan de potentiële predator, en ze zijn moeilijk uit het sediment te halen doordat ze zich snel kunnen ingraven met hun krachtige voet (Leopold *et al.*,

2001). Vissen als tong en schol en bot foerageren in de Voordelta ook op, vooral kleine, mesheften.

Mesheften kunnen passief uit de zeebodem worden gehaald (bijvoorbeeld tijdens stormen of als gevolg van bodemberoerende activiteit) of ze kunnen zelf actief uit de bodem kruipen (om zich te verplaatsen naar betere locaties). Terwijl ze uit het sediment zijn, staan ze bloot aan gevaar door predatie. Na een verstoring door visserij is gebleken dat krabben massaal op beviste gebieden afkomen op zoek naar voedsel (Robinson & Richardson, 1998). Mesheften (*Ensis arcuatus*) die als gevolg van visserij-activiteit uit het sediment zijn gekomen (maar niet gevangen) doen er gemiddeld 14 minuten over om terug in het sediment te kruipen. In laboratorium experimenten met *Ensis ensis* is gebleken dat deze soort er korter over doet (5 minuten). Het verschil heeft mogelijk te maken met stress na bevissing.

3 Prederende vogels

3.1 Eidereenden

Eidereenden (*Somateria mollissima*) eten diverse soorten prooidieren. In de Waddenzee foerageren ze voornamelijk op mossels en kokkels (Swennen *et al.*, 1989). Andere veelvoorkomende schelpdieren als het Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) en strandgaper (*Mya arenaria*) zijn vaak te groot of zitten te diep ingegraven in het sediment waardoor volwassen exemplaren niet eenvoudig gegeten kunnen worden door eidereenden (Leopold *et al.*, 2001; Swennen *et al.*, 1985). Juveniele exemplaren, of mesheften die uit het sediment zijn gekomen, bijvoorbeeld na bevissing of als gevolg van lage zuurstofcondities, kunnen wel worden gevangen door eidereenden en worden dan ook daadwerkelijk gegeten (Leopold *et al.*, 2001; Muir, 2003). Er zijn diverse waarnemingen van eidereenden die foerageren op mesheften. In het najaar van 2000 is er bij Vlieland in de Noordzee een groep van enkele honderden eidereenden gezien, vermoedelijk foeragerend op mesheften (Leopold *et al.*, 2001). In dit gebied werd gevist op mesheften. Laursen *et al.* heeft resten van *Ensis* schelpen gevonden in de magen van geschoten eidereenden. In de jaren 1986-88 bestond meer dan 50% van de prooien van de door hen onderzochte vogels uit mesheften (Leopold *et al.*, 2001). Eidereenden zijn in staat om mesheften te eten tot een geschatte lengte van 12 cm (Leopold, Laursen *et al.* in: Craeymeersch *et al.*, 2001). Ook in eiderpoep worden er tegenwoordig steeds meer resten van *Ensis* schelpen teruggevonden. In 2004 zijn eidereenden bij Texel overgeschakeld op het eten van één- en tweejarige zwaardscheden (*Ensis directus*). Ook boven Rottum zijn in dat jaar zo'n 5000 ruiende eidereenden gezien die vermoedelijk foerageerden op Amerikaanse zwaardscheden (van Kuijk & Voets, 2004). Voor een uitgebreid overzicht van eidereenden in de Voordelta verwijzen we naar het ecoprofiel van de eiderend dat wordt gemaakt in het kader van het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR) (Kersten *et al.* in prep.).

3.2 Zee-eenden

Door zwarte zee-eenden (*Melanitta nigra*) in de Noordzee-kustzone werd voornamelijk *Spisula subtruncata* gegeten omdat deze soort zeer talrijk was. Door de sterk afgenomen *Spisula* bestanden (Craeymeersch & Perdon, 2004b) zijn ze mogelijk overgeschakeld op alternatieve voedselbronnen. Ook mesheften kunnen echter een belangrijke prooi voor zijn voor zwarte zee-eenden (Craeymeersch *et al.*, 2001). In januari en november 2002 zijn er door Pim Wolf op *Ensis* foeragerende zwarte en Grote zee-eenden gezien bij de Brouwersdam. De lengte van de gegeten mesheften varieerde tussen de 7 en 15 cm (Leopold & Wolf, 2003). Uit Frans onderzoek van Aulert & Sylvand aan geschoten zee-eenden bleek dat Grote zee-eenden (*Melanitta fusca*) ook regelmatig veel *Ensis* eten, maar zwarte zee-eenden bleken slechts mondjesmaat *Ensis* te eten (Leopold & Wolf, 2003). In de Belgische kust zijn mesheften mogelijk het hoofdvoedsel geworden voor zee-eenden (pers. comm. E. van Stienen). Voor een uitgebreid overzicht van zwarte zee-eenden in de Voordelta verwijzen we naar het ecoprofiel van de zwarte zee-eenden dat wordt gemaakt in het kader van het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR) (Kersten *et al.* in prep.).

3.3 Overige vogels

Op Texel observeerde Gerhard Cadée in 2001 Zilvermeeuwen (*Larus argentatus*) die massaal foerageerden op mesheften langs de laagwaterlijn. Waarschijnlijk waren dit zieke exemplaren die half uit het sediment waren gekropen (Cadée, 2001). Meeuwen eten vaak massaal op

aangespoelde Ensis op de stranden. Kleine mesheften, kunnen makkelijk ten prooi vallen aan vogels als de scholekster (*Haematopus ostralegus*) (Muir, 2003; Swennen *et al.*, 1985).

3.4 Belang van mesheften voor vogels

Het belang van mesheften voor vogels is afhankelijk van de grootte van het beschikbare bestand. De beschikbaarheid is ondermeer afhankelijk van vogelsoort en de lengte van de schelp. Voor meeuwen bijvoorbeeld, die foerageren op aangespoelde mesheften, is de lengte van de schelp niet zozeer van belang. Eidereenden kunnen Ensis tot 12 cm eten en zwarte zee-eenden tot 8 cm (pers. comm. Leopold), maar concentreren zich wellicht tot de kleinere exemplaren die ook voor hen makkelijker te vangen en in te slikken zijn (Leopold, 2002). Het beschikbare bestand mesheften voor eidereenden en zwarte zee-eenden is daardoor kleiner dan het totale bestand.

Om een schatting te maken van het beschikbare bestand mesheften voor deze vogels is aangenomen dat er een negatieve relatie bestaat tussen de beschikbaarheid (eetbaarheid) voor vogels en de lengte van de schelp. Kleine mesheften kunnen relatief eenvoudiger uit het sediment worden gehaald en doorgeslikt dan de grotere volwassen mesheften. Leopold (2002) heeft een negatief lineaire relatie gevonden tussen het percentage hele *Ensis directus* schelpen in een van Veen happer en de schelpenlengte (% heel = $161 - 2.5 \cdot \text{schelpenlengte in centimeter}$). We weten niet hoe de relatie is tussen de lengte van mesheften en de consumeerbaarheid voor zee-eenden. Om toch een schatting te kunnen maken van het beschikbare bestand mesheften voor zee-eenden is nemen we aan (deze aanname is niet gebaseerd op experimentele gegevens) dat eenzelfde relatie bestaat voor de lengte van de mesheften en de beschikbaarheid voor zee eenden (% consumeerbaar = $161 - 2.5 \cdot \text{schelpenlengte in centimeter}$). De aanname hierbij is dat de zee-eenden zullen ook meer moeite hebben met de grotere exemplaren die beschadigd worden door de van Veen happer

Op basis van de bestandsopnamen in de Voordelta in het kader van het Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2 (zie hoofdstuk 5) het najaar van 2004 is het bestand geschat op 71 miljard individuen met een totaal versgewicht van ongeveer 500 miljoen kg (oppervlakte onderzoeksgebied 68 duizend ha). Omdat de biomassa van de mesheften bekend is per lengteklasse is het mogelijk om het percentage consumeerbare mesheften te berekenen, gebruikmakend van de bovengenoemde relatie. Uitgaande van deze grove aanname blijkt dat slechts 0.6% van de biomassa in het onderzoeksgebied (3 miljoen kg versgewicht) beschikbaar is voor zee-eenden.

Recentelijk hebben Leopold et al. (In prep.) uitgebreid dieetonderzoek gedaan met feces van eidereenden (Razende bol) en zwarte zee-eenden (bij Terschelling). Hieruit blijkt dat eidereenden geen moeite hebben om mesheften te eten tot 10 cm. Het blijkt zelfs dat ze mesheften van 8-9 cm prefereren boven mesheften van 5-6 cm. Het is niet duidelijk of de mesheften die worden gegeten door de vogels uit de zeebodem worden gehaald of dat ze worden gepakt als ze op de zeebodem liggen. Als ze ook worden gevangen als ze in de zeebodem zitten is de beschikbaarheid van de mesheften aanzienlijk groter dan als ze alleen kunnen worden gevangen als ze op de zeebodem liggen.

4 Visserij op mesheften

4.1 Technieken

Mesheften leven doorgaans diep in de bodem. De traditionele vangtuigen die voor de visserij op kokkels en strandschelpen gebruikt worden, vissen niet diep genoeg om de mesheften in zijn geheel te vangen. Daarom zijn er speciale vangtuigen ontwikkeld die diep genoeg (tot een diepte van 30 cm) vissen om de mesheften onbeschadigd te kunnen vangen.

De gebruikte vistuigen voor de mesheftenvisserij bestaat doorgaans uit een slede die door een visserschip wordt voortgetrokken over de zeebodem. Het sediment wordt tijdens het vissen in suspensie gebracht door het spuiten van water via straalpijpen. Hierdoor ontstaat een mengsel van sediment, schelpdieren en zeewater. Deze suspensie komt in de kor terecht. Het sediment wordt zoveel mogelijk weer geloosd via de spijlen van de kor, en valt terug in het getrokken visspoor. De schelpdieren blijven hangen in de spijlen van de kor. Ze worden vanuit de kor aan boord gezogen met behulp van een flexibele slang. De firma Ensis BV gebruikt een systeem waarbij er met een compressor lucht wordt geblazen bij de inlaat van de zuigleiding. Dit veroorzaakt een grote, opwaartse waterstroom welke het mengsel van zeewater, schelpdieren en sediment mee neemt. Dit principe wordt ook wel "airlift" genoemd. Het voordeel van dit systeem is dat er minder krachtige pompen nodig zijn en dat er op groter diepten kan worden gevestigd.

Aan boord van het vissersschip worden de mesheften gesorteerd met een zeef of in een spoeltrommel waarna ze verder kunnen worden verwerkt. Soms worden de mesheften aan boord al verpakt, anders worden ze afgeleverd bij een verwerkende industrie. Voornamelijk naar Spanje en Portugal worden veel mesheften getransporteerd. Om mesheften voor consumptie geschikt te maken, moeten ze, net als mosselen, eerst worden verwaterd. Onder goede omstandigheden zijn mesheften na vangst nog ca. een week houdbaar (Gmelich Meijling-van Hemert, 2005).

4.2 Ontwikkeling vangsten

Visserij of mesheften is niet toegestaan in de door de Visserijwet als kustwateren aangewezen gebieden de Waddenzee, het Nederlandse deel van de Dollard en de Eems, de Oosterschelde, de Westerschelde, de Maasmond en een deel van de Voordelta (Zeegat van Goeree, het Brouwershavense Gat en de monding van de Oosterschelde). Visserij is uitsluitend toegestaan in de zogenaamde visserijzone en enkele aangrenzende havengebieden (Craeymeersch *et al.*, 2001)

De wettelijke minimum lengte voor mesheften is 12 cm (Van Stralen, 2005). De aanvoer van mesheften verschilt van jaar tot jaar (De mesheften worden vers of als diepgevroren product afgezet. De afzetmarkt voor consumptie is voornamelijk Frankrijk, Italië, Portugal en Spanje. Mesheften worden ook als aas door sportvissers (voornamelijk in Nederland en Scandinavië) gebruikt. Het is vooral populair bij zeebaarsvissers, maar ook bij bootvissers die vissen op wijting en kabeljauw.

Tabel 1). Er is geen detaillering bekend van de vangsten over de gebieden. Een ton *Ensis* van consumptie formaat komt overeen met 28 duizend tot 35 duizend individuen (Van Stralen, 2005).

De mesheften worden vers of als diepgevroren product afgezet. De afzetmarkt voor consumptie is voornamelijk Frankrijk, Italië, Portugal en Spanje. Mesheften worden ook als aas door sportvisser (voornamelijk in Nederland en Scandinavië) gebruikt. Het is vooral populair bij zeebaarsvissers, maar ook bij bootvissers die vissen op wijting en kabeljauw.

Tabel 1: Aanvoer van mesheften in ton versgewicht volgens de vangstopgaven van het productschap vis (Gmelich Meijling-van Hemert, 2005; Van Stralen, 2005)

Jaar	Aanvoer (ton versgewicht)
2000	321
2001	720
2002	724
2003	700

4.3 Visserijdruk

Er zijn in Nederland 4 boten actief op de mesheftenvisserij. De KG-8, de BZ-9 en de Ye-25 vissen in de Voordelta en de Ha-36 vist bij de Waddeneilanden. De totale vangsten in de periode 2000 – 2003 varieerde van 321 tot 724 ton versgewicht per jaar. Op basis van de bemonsteringen met de box-corer bedroeg het bestand in de in het kader van de MEP-MV2 in het najaar 2004 onderzochte gebieden 71 miljard individuen met een totaal versgewicht van 493 miljoen kg (zie hoofdstuk 5). Ongeveer 3.5% van deze mesheften zijn langer dan 12 cm, goed voor 12.5% van de biomassa (62 miljoen kg). Een deel van de mesheften die lang genoeg zijn om te bevissen komen in te lage dichtheden voor om nog interessant te zijn voor de visserij. Dichtheden vanaf 100 individuen per m² worden verondersteld interessant te zijn voor de visserij (Baptist, 2005). De vangsten in de hele Nederlandse kustzone betreffen volgens deze berekening slechts zo'n 0.5 - 1.2% van het commercieel interessante (0.07 - 0.15% van het totale) bestand in de Voordelta. Hierbij moet worden opgemerkt dat 2004 een extreem goed jaar was voor de mesheften (zie Tabel 1).

4.4 Effecten van visserij

De effecten van de visserij op mesheften zijn onder te verdelen in fysische (morfologie, vertroebeling, sedimentsamentelling, etc.) en biologische effecten. Deze effecten zijn echter niet geheel van elkaar los te koppelen. Zo kan een veranderde bodemdiersamenstelling het gevolg zijn van fysische effecten (hoge sedimentatie van relatief fijn materiaal in het visspoor) en kan de sedimentsamenstelling veranderen als gevolg van het verdwijnen van een bank met mesheften. De effecten van de visserij is tevens sterk afhankelijk van de techniek en het gebruikte vistuig. In Nederland worden doorgaans andere technieken gebruikt dan in andere landen.

4.4.1 Fysische effecten

Door de visserij met behulp van een mechanische kor wordt het sediment tot op een grote diepte (20 – 30 cm) omgewoeld en worden in het sediment voorkomende organismen verstoord, beschadigd of weggevisd. De sporen die ontstaan kunnen 2.5 meter breed zijn (Tuck *et al.*, 2000). De mesbreedtes van de in Nederland gebruikte vistuigen zijn doorgaans 1 meter (pers. comm. M. van Stralen). De mate van verstoring is afhankelijk van onder andere het type bodem, de heersende abiotische omstandigheden, de soort waarop gevisd wordt, de overige voorkomende bodemdieren, de manier waarop gevisd wordt en de intensiteit van bevissing (Craeymeersch *et al.*, 2001). Bij de visserij op mesheften gaat het merendeel van het sediment door de spijlen van de kor en valt weer terug in de ontstane geul, waardoor deze zich weer snel vult. Doordat het sediment niet aan boord hoeft te worden gepompt is het effect op

vertroebeling ook gering. Wel kan er een tijdelijke vergroving van het sediment in de bodem optreden omdat het fijnere sediment doorgaans langer in suspensie blijft en weg kan spoelen.

4.4.2 Biologische effecten

De impact van mesheft visserij op de sterfte van mesheften in de Nederlandse wateren is beperkt. De schattingen van het percentage mesheften dat jaarlijks door de vissers wordt weggevisst varieert van 3% in de Voordelta (Baptist, 2005) tot minder dan 1% (Van Stralen, 2005). Doordat de vissers vooral vissen in gebieden met hoge dichtheden mesheften is het bevestigd oppervlak aanzienlijk lager (Van Stralen, 2005). Door de selectieve bevissing op de relatief grotere en dus oudere individuen kan mogelijk de populatie opbouw van de doelsoort veranderen (Craeymeersch *et al.*, 2001). Bij kortlevende soorten als de Amerikaanse zwaardschede die al na 1 jaar geslachtsrijp is zal het effect niet erg groot zijn. In 1997 is een *Ensis siliqua* bank ontdekt van 21 km², met een totale biomassa van 1500 ton aan de oostkust van Ierland. De mesheften zijn bevestigd met korren die 25 cm diep in het sediment reikten. In juni 1999, twee jaar na het begin van de exploitatie, was 2/3 van het totale bestand weggevisst (Fahy & Gaffney, 2001).

De effecten op het overige bodemleven is ondermeer afhankelijk van de methode en de soortensamenstelling. Door gebruik te maken van waterdruk om het sediment in suspensie te brengen is de schade op de bodemdieren minimaal. Door de trage vissnelheid (200 – 400 meter per uur, afhankelijk van de sedimentsamenstelling; pers. comm. M. van Stee) zullen veel mobiele organismen als vissen en kreeftachtigen kunnen ontvluchten. Kleine infauna en epifauna, maar ook kleine mesheften die wel in de kor terecht komen zullen ontsnappen door de spijlen van de kor. Krabben en vissen komen massaal af op gebieden die zijn bevestigd met een zuigkor. Dit leidt tot een grotere sterfte van de schelpdieren die uit het sediment zijn gewoeld door de kor maar niet zijn opgevangen (Hauton *et al.*, 2003a; Hauton *et al.*, 2003b; Robinson & Richardson, 1998). Tussen de 20 tot 100 % van de discards (macrofauna soorten die door de mazen van de kor zijn ontsnapt) bij mesheftvisserij in de Clyde Sea zijn zwaar beschadigd (Hauton *et al.*, 2003a). De Nederlandse mesheftenvissers bevissen het bestand zodanig dat er minder dan 5% van de mesheften beschadigd aan boord komt (pers. comm. A. Bout). Van de bijvangsten (mesheften) die overboord worden gezet is 85% in staat zich weer in de bodem in te graven (Hauton *et al.*, 2003a).

Een experiment in Schotland in 1989 naar het effect van mechanische visserij op mesheften heeft aangetoond dat er na 40 dagen geen significant effect meer is te zien (Hall *et al.*, 1990). In een andere studie toonde Tuck *et al.* (2000) aan dat de dominante soorten zich al na 5 dagen hadden hersteld. Bij een studie naar de effecten van de mesheft visserij bij Schotland bleken vooral de grotere bodemdieren als *Echinocardium cordatum* (beschadiging 30%) en *Lutraria lutraria* en *Artica islandica* (beschadiging 10%) effect te hebben van de visserij. Andere kleinere soorten werden ook gevangen, maar hadden geen schade (Tuck *et al.*, 2000).

Het wegvissen van grote hoeveelheden mesheften kan gevolgen hebben voor predatoren die afhankelijk zijn van mesheften. Het is uitgesloten dat de huidige ensisvisserij, gezien de schaal waarop het mag plaatsvinden in verband met schelpdieretende vogels enig effect zal hebben op andere vogelsoorten en/of de zeezoogdieren en/of de vissen (Baptist, 2004, 2005). De ensisvisserij in Nederland heeft een beperkte invloed op de ensisbestanden en de banken. Hierdoor is het effect op het voedselaanbod voor eventuele vogels die deze schelpdieren eten vrij gering. Mogelijk wordt het beperkte biomassaverlies door de visserij deels opgeheven door het uitdunnen van de banken, waardoor de groei en overleving van de overgebleven exemplaren toeneemt (Van Stralen, 2005).

Eenden zijn gevoelig voor verstoring. Met name zwarte zee-eenden vliegen op bij een naderend schip (Craeymeersch *et al.*, 2001). Ze kunnen dan uitwijken naar andere foerageergebieden als

die er zijn. Mesheftenvissers blijven relatief lang op dezelfde plaats. Lokaal zal de verstoring groter zijn, maar de verstoring blijft beperkt tot een relatief klein gebied.

5 Beschouwing monitoringstechnieken

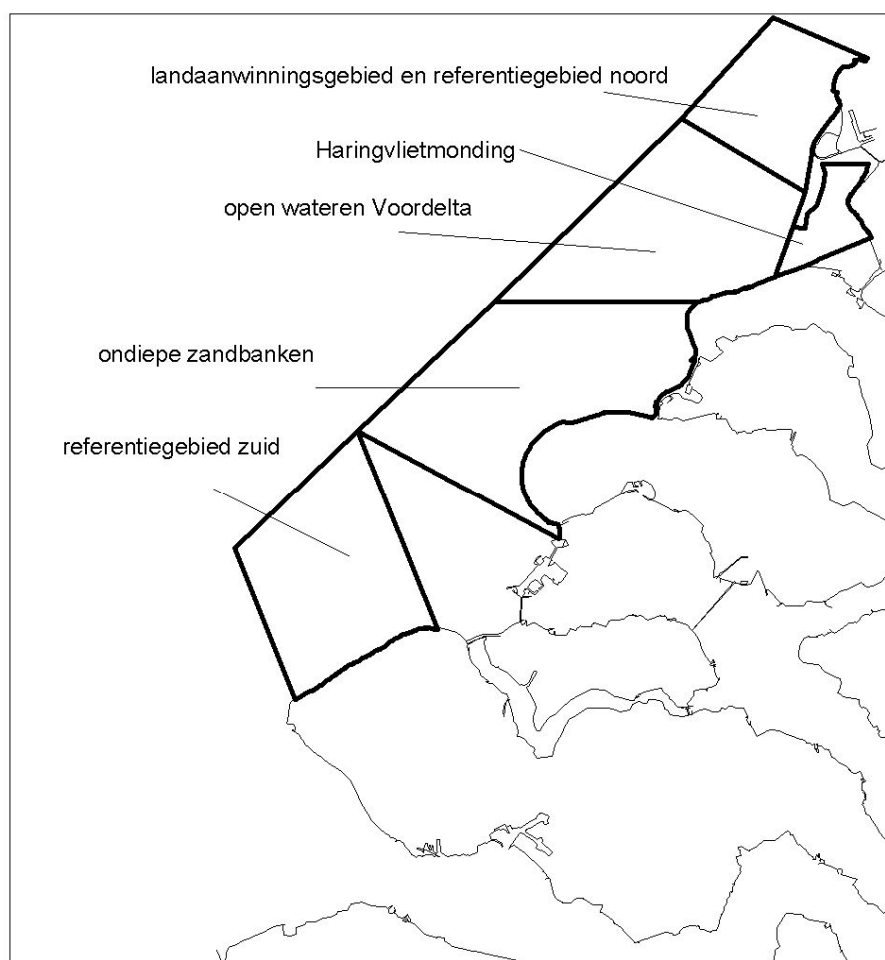
De bestanden van mesheften zijn moeilijk te bepalen. Standaard technieken die worden gebruikt bij de bemonstering van bodemdieren (box corer, bodemschaaf en van Veen happer) zijn vaak minder geschikt voor deze grote, diep ingegraven schelpdieren. Grote dieren komen vaak gebroken in het monstertuig en kunnen dieper in de bodem wegvlugten en het monstertuig ontwijken. De monstertuigen zijn waarschijnlijk wel geschikt voor de kleinere dieren. Ook in de box-corer is het percentage kapotte dieren ongeveer 50 %.

In het kader van het Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2 (MEP-MV2) is in het najaar 2004 gestart met een studie naar de huidige situatie met betrekking tot de bodemfauna in de Voordelta. In een aantal deelgebieden (Figuur 1) zijn op 402 locaties monsters genomen met box-corer en bodemschaaf om een beeld te krijgen van het bestand, de samenstelling en de verspreiding van de macrobenthische infauna (Craeymeersch *et al.*, 2005). Van de (topjes van de) mesheften uit de bodemschaaf zijn enkel de aantallen bepaald. Uit de box-corer is per locatie het aantal en de biomassa (asvrijdrooggewicht) aan mesheften bepaald. Figuur 2 geeft de verspreiding dichtheid van mesheften op basis van de bemonstering met de box-corer en de bodemschaaf. Van de niet kapotte mesheften uit de box-corer zijn ook de lengtes gemeten. Deze data laten toe om, althans voor de bemonsterde gebieden in het najaar van 2004, de gegevens verkregen met beide monstertuigen te vergelijken. Bestanden zijn berekend op basis van het gemiddelde aantal en biomassa per deelgebied, vermenigvuldigd met de oppervlakte van dat deelgebied. Het bestand in versgewicht is op twee manieren bepaald: op basis van het asvrijdrooggewicht (1g natgewicht = 0.071 g asvrijdrooggewicht; (Rumohr *et al.*, 1987)) en op basis van de lengte-frequentieverdeling en gerapporteerde lengte-breedteregressies en breedte-versgewichtregressies (Craeymeersch & van der Land, 1998).

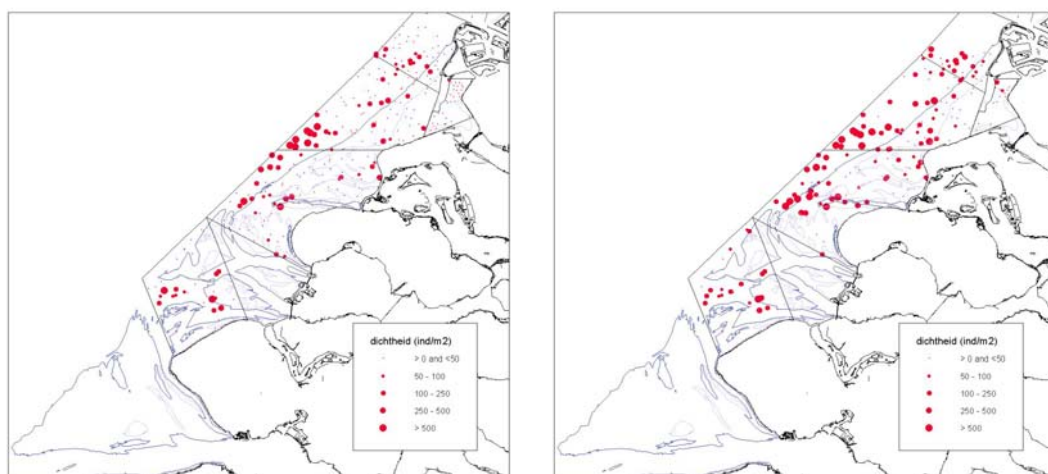
Op basis van de inventarisatie met de bodemschaaf schatten we het totaal aantal mesheften de bodemschaaf op 43 miljard individuen, op basis van de box-corer op 71 miljard individuen (oppervlakte onderzoeksgebied 68 duizend ha). De bestandsschatting (in aantallen individuen) op basis van de bodemschaaf bedraagt dus maar 61% van deze op basis van de box-corer. Berekend op basis van het gemiddeld asvrijdrooggewicht per deelgebied, bedraagt het bestand (gemeten met de box-corer) 553 miljoen kg (versgewicht). Op basis van de lengte-frequentie verdelingen (Figuur 3) en gebruikmakend van de lengte-breedte regressie en de breedte-versgewicht regressie van de mesheften wordt het bestand van de mesheften in de Voordelta geschat op ongeveer 500 miljoen kg.

De onderschatting van de bepalingen van de aantallen op basis van de bodemschaaf (61%) geldt niet zondermeer ook voor andere jaren. De mate van onderschatting zal afhankelijk zijn van de leeftijdsopbouw van de populatie. Oudere, grotere dieren zullen zich dieper in het sediment kunnen terugtrekken dan kleinere, jonge dieren en worden daardoor minder goed gevangen. Hierdoor is er waarschijnlijk geen eenduidige verhouding tussen het geschatte bestand en het werkelijk aanwezige bestand. De onderschatting zal vooral gelden voor de grotere mesheften. Kleinere mesheften worden relatief beter bemonsterd door de huidige methoden. Dat blijkt ook uit het aantal hele en kapotte schelpen (van mesheften die de neerkomende happer ontwijken door de diepte in te schieten) die in een monster met een van-Veenhapper zitten: het aantal kapotte schelpen neemt toe met de lengte (Leopold, 2002).

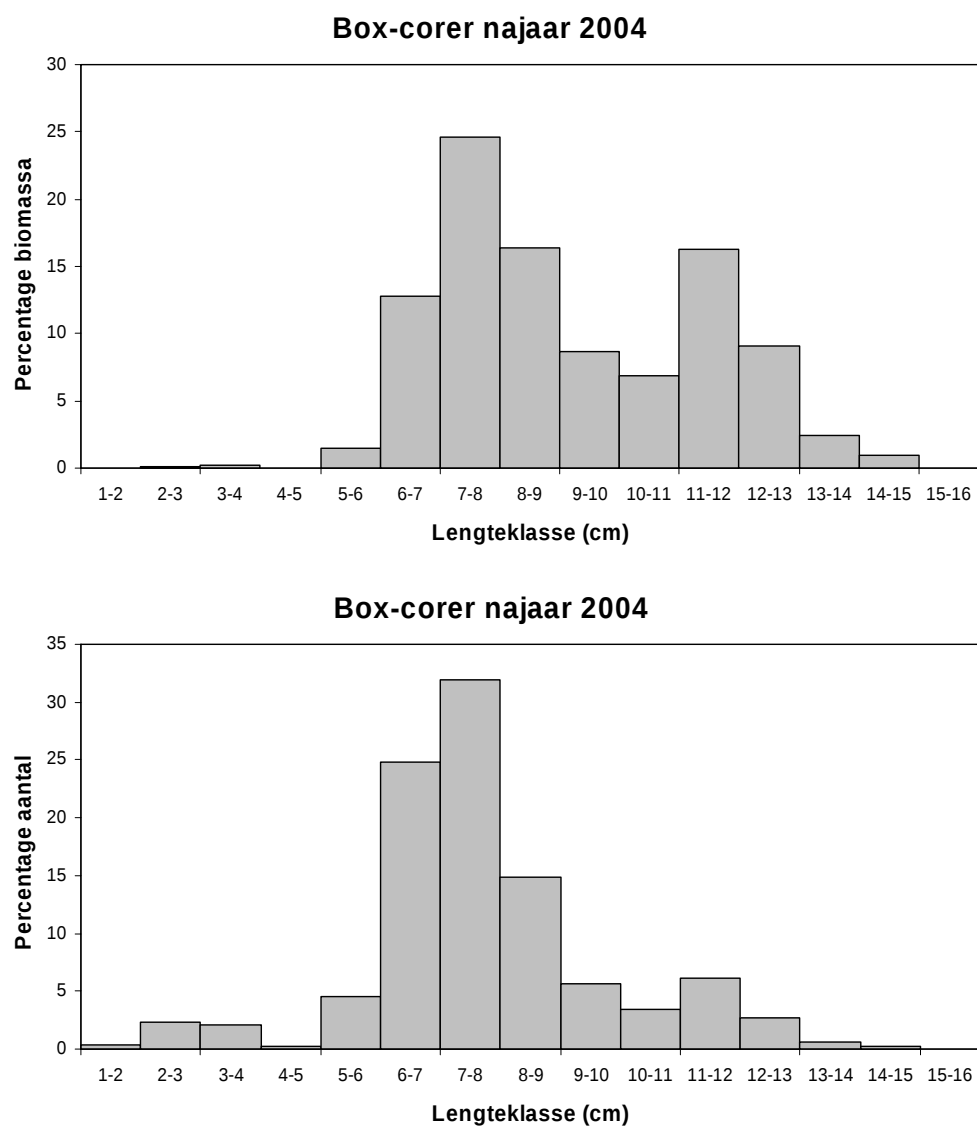
Het RIVO is bezig aan de ontwikkeling van een nieuw monstertuig om mesheften beter te kunnen bemonsteren. Er wordt daarbij een schaaf ontwikkeld die dieper in het sediment steekt dan de standaard schaaf.



Figuur 1: Kaart van het onderzoeksgebied MEP-MV2 met de vijf studiegebieden: Haringvlietmonding, landaanwinningsgebied en referentiegebied noord, open wateren Voordelta, ondiepe zandbanken en het referentiegebied zuid. De totale oppervlakte van de vijf studiegebieden is 68 000 ha.



Figuur 2: Verspreiding en dichtheid (ind/m²) van mesheften (Ensis sp.) in de Voordelta in het najaar van 2004, bemonsterd door het RIVO met de bodemschaaf (linker kaartje) zoals bemonsterd door het NIOO met de box-corer (rechter kaartje).



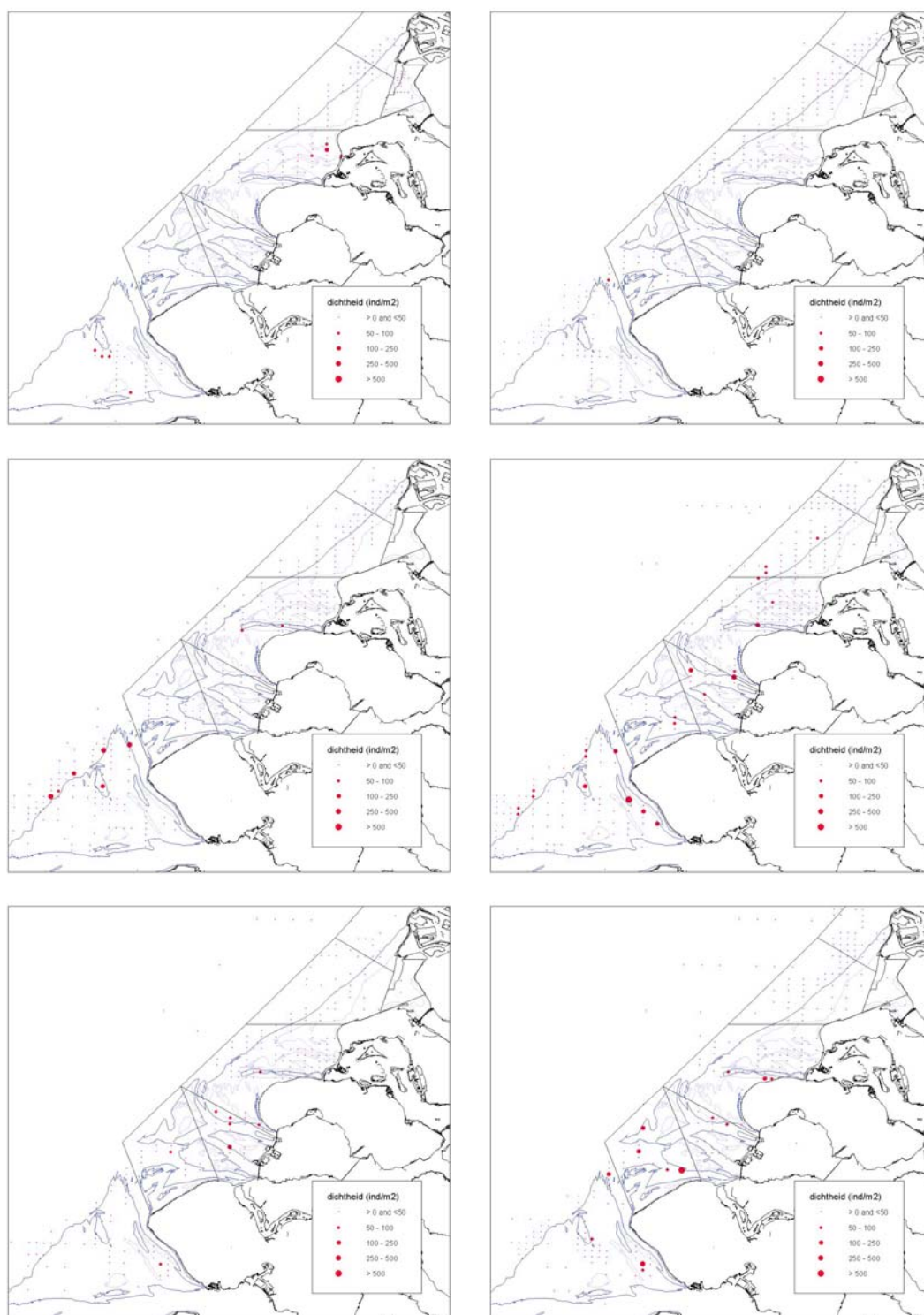
Figuur 3: Percentages van de biomassa in versgewicht (bovenste figuur) en aantal individuen (onderste figuur) per lengteklasse van mesheften in de MEP-MV2 bemonstering in het najaar 2004.

6 Ruimtelijke en temporele patronen in de Voordelta

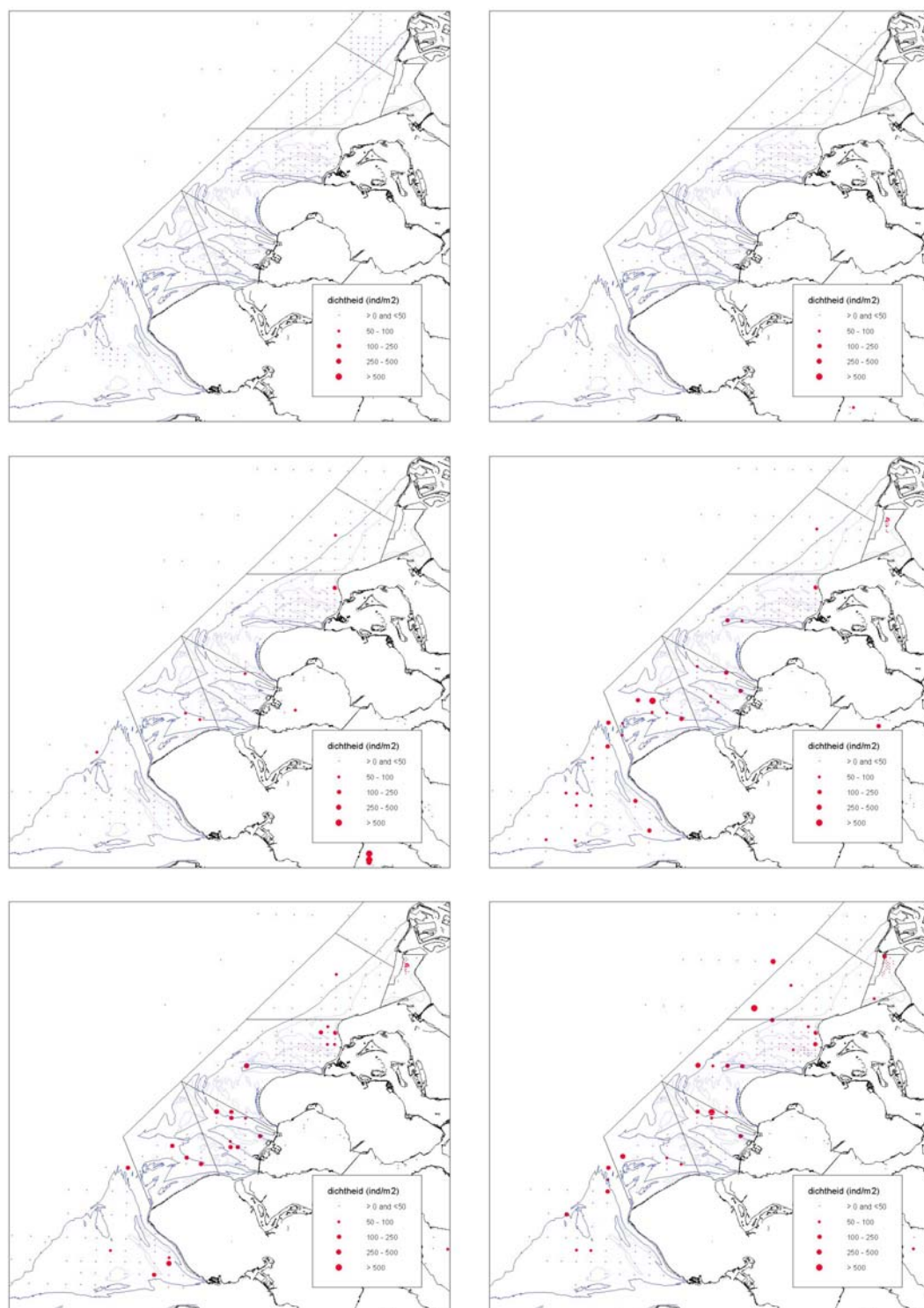
Om een beeld te krijgen van de ruimtelijke en temporele variatie van mesheften in de Voordelta kan gebruik worden gemaakt van inventarisaties (bijvoorbeeld van het NIOO-CEME of het RIVO) uitgevoerd met de box-corer, van Veen happer en de bodemschaaf. Hoewel er beperkingen zijn aan de effectiviteit van de monstermethode wat betreft de mesheften, leveren de gegevens van het RIVO de langste tijdreeks voor de Voordelta.

In de monsters genomen tijdens de jaarlijkse inventarisatie van strandschelpen en kokkels in het voorjaar (sinds 1993 in de Voordelta) worden ook een aantal andere soorten (schelpdieren, stekelhuidigen en kreeftachtigen) gevonden. Voor de meeste soorten is het aantal gevonden exemplaren genoteerd, voor een aantal ook de biomassa (versgewicht). Van mesheften (*Ensis* sp.) is enkel het aantal genoteerd. Veelal worden alleen de “topjes” (vorste deel) of siphonen in de vangst aangetroffen. De mesheften zijn daarom niet op soort gedetermineerd. De verkregen gegevens zijn leveren waarschijnlijk zeker een onderschatting van het mesheftenbestand. De voornaamste reden hiervan is dat mesheften over het algemeen te diep in het sediment zitten, in verhouding tot de diepte waarop de RIVO apparatuur (bodemschaaf of zuigkor) monstert (7-10 cm). Door een korte sifon leven deze dieren weliswaar direct onder de oppervlakte, maar kunnen zich bij verstoring in enkele seconden ingraven tot een diepte van 30 cm. Het gevolg is dat vaak alleen de siphonen of de toppen van ensisschelpen worden aangetroffen in monsters genomen met sleep of zuigkor. Monsters die (delen van) mesheften bevatten, impliceren dat mesheften aanwezig zijn. Onduidelijk blijft in welke dichtheden. Monsters die geen mesheften bevatten, impliceren geen afwezigheid van mesheften: het monster was mogelijk te ondiep genomen voor de aanwezige mesheften (Craeymeersch & Perdon, 2004a).

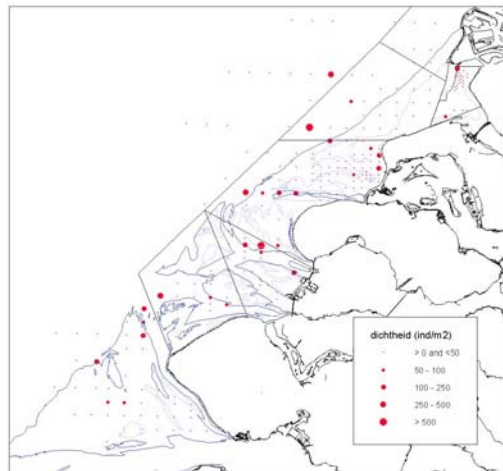
De jaarlijkse verspreidingskaarten van mesheften in de Voordelta zijn weergegeven in *Figuur 4* tot *Figuur 6*. Uit de figuren is te zien dat de mesheften zich voornamelijk ophouden langs de randen van geulen, rond de 10 meter dieptelijn. Dit komt overeen met de locaties waar de vissers in de Voordelta vissen (paragraaf 2.3.1). Banken met relatief hoge dichtheden zijn vaak meerjarig waardoor bepaalde patronen vaak terugkomen in opeenvolgende jaren.



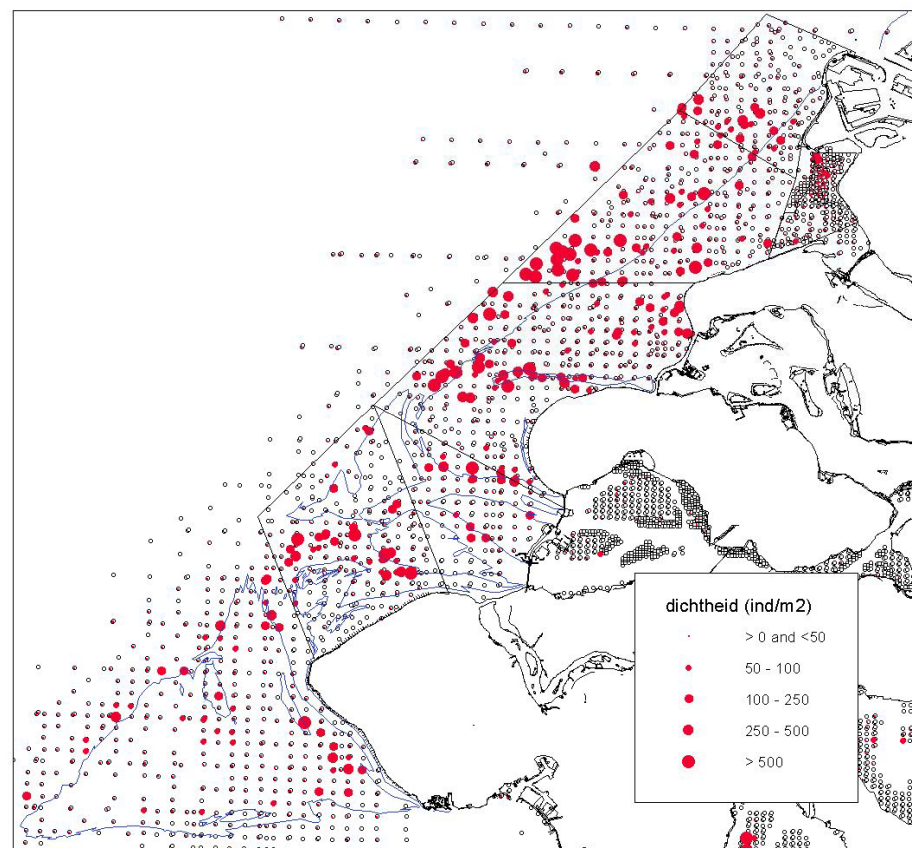
Figuur 4. Verspreiding en dichtheid (ind./m²) van mesheften (*Ensis sp.*) in de Voordelta in de jaren 1993 (linksboven), 1994 (rechtsboven), 1995 (linksmidden), 1996 (rechtsmidden), 1997 (linksonder) en 1998 (rechtsonder) berekend uit de voorjaarsinventarisaties van het RIVO-CSO.



Figuur 5. Verspreiding en dichtheid (ind./m²) van mesheften (*Ensis* sp.) in de Voordelta in de jaren 1999 (linksboven), 2000 (rechtsboven), 2001 (linksmidden), 2002 (rechtsmidden), 2003 (linksonder) en 2004 (rechtsonder) berekend uit de voorjaarsinventarisaties van het RIVO-CSO.



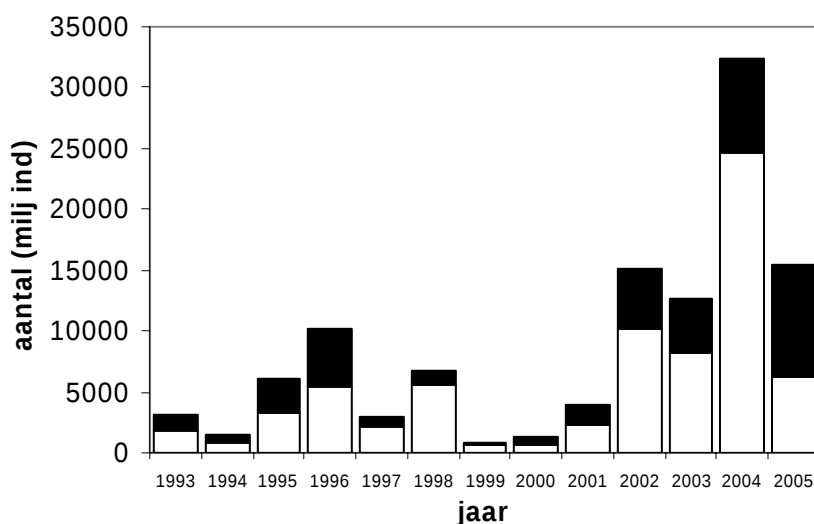
Figuur 6. Verspreiding en dichtheid (ind./m²) van mesheften (*Ensis sp.*) in de Voordelta in 2005 berekend uit de voorjaarsinventarisaties van het RIVO-CSO.



Figuur 7. Overzicht van de verspreiding van mesheften (*Ensis sp.*) in de Voordelta. Data afkomstig uit de voorjaarsbemonsteringen van het RIVO-CSO over de jaren 1993 – 2005. Zwarte rondjes geven de meetlocaties weer. Op de rode locaties zijn er daadwerkelijk mesheften in het monster gevonden

In *Figuur 7* is een overzicht gegeven van de verspreiding van mesheften in de Voordelta over de jaren 1992 tot en met 2005. Deze gegevens zijn gebaseerd op de voorjaarsbemonsteringen van het RIVO-CSO. Uit de figuur is af te lezen dat de mesheftbanken voornamelijk voorkomen langs de randen van de banken en gedeeltelijk in de stroomgeulen. Mogelijk heeft dit te maken met een goede voedselvoorziening voor de filtrerende organismen. De plaatranden zijn vaak dynamisch van karakter door de doorgaans hoge stroomsnelheden. Doordat de mesheften zich met hun voet goed kunnen verankeren in de bodem zijn ze weinig gevoelig voor wegspoelen.

Voor de periode 1993 – 2005 is het bestand aan mesheften in de Voordelta bepaald uit de voorjaarsbemonsteringen. Er is daarbij een onderscheid gemaakt tussen mesheften in VHR gebieden en niet VHR gebieden. Uit *Figuur 8* blijkt dat het aantal mesheften in de Voordelta is toegenomen sinds 1999. Top jaar was 2004 met ruim 32 000 miljoen exemplaren in de Voordelta, waarvan het merendeel (25 000 miljoen) binnen het VHR gebied. In 2005 is het bestand afgenomen naar 15 000 miljoen exemplaren, waarvan 6 000 miljoen exemplaren in de VHR gebieden. Zoals eerder aangegeven worden de Enisbestanden onderschat door de gebruikte monstermethodes (sleep of zuigkor).



Figuur 8: Bestand in aantallen (miljoenen individuen) in de Voordelta (aandeel binnen VHR-gebied in wit aangegeven) berekend uit de voorjaarsinventarisaties (RIVO-CSO) over de periode 1993-2005.

7 Discussie en conclusies

De Amerikaanse zwaardschede is een exoot in de Nederlandse kustwateren. Hij is in 1979 voor het eerst in Europa aangetroffen. De Amerikaanse zwaardschede kan zich snel actief (zwemmend) en passief (in het larve stadium met de stroming) verplaatsen. Dit heeft er toe bijgedragen dat deze soort zich snel heeft kunnen ontwikkelen in de Nederlandse kustwateren. De bestanden mesheften in de Nederlandse kustwateren zijn de laatste jaren aanzienlijk toegenomen en hebben zich ontwikkeld tot een van de belangrijkste (in termen van biomassa) schelpdiersoorten. Mesheften spoelen soms massaal aan op de stranden en kunnen daar een belangrijke voedselbron zijn voor vogels.

De grote hoeveelheden mesheften in de Nederlandse kustzone kunnen ook een belangrijke voedselbron zijn voor zwarte zee-eenden en eidereenden. Het belang van mesheften voor zwarte zee-eenden en eidereenden is afhankelijk van de beschikbaarheid. De beschikbaarheid is ondermeer afhankelijk van de mogelijkheid van de vogels om mesheften uit het sediment te halen, de fractie van de mesheften die op de zeebodem ligt en de opname-efficiëntie (te grote mesheften kunnen niet worden opgegeten). Er is weinig bekend over deze factoren. Veldwaarnemingen laten duidelijk zien dat vogels *Ensis* eten, maar het is niet duidelijk welke lengte ze prefereren en of ze de mesheften uit de bodem trekken of dat ze uitsluitend mesheften vangen die op het sedimentoppervlak liggen. In het laatste geval kan de beschikbaarheid periodiek sterk variëren. In sommige perioden spoelen mesheften massaal aan op de stranden terwijl dit in andere perioden is dit veel minder het geval.

Er is weinig bekend van de eisen die de Amerikaanse zwaardschede aan zijn omgeving stelt. Omdat de soort vaak in banken voorkomt en voor hun voedselvoorziening afhankelijk zijn van algen die ze uit het water filtreren, zitten ze vaak op locaties waar veel algen worden toegevoerd met de waterstroming. Als de omstandigheden ongunstig worden voor de mesheften kunnen ze de bodem ontvluchten en kunnen ze zwemmen naar locaties waar de omstandigheden beter zijn.

Er wordt op dit moment door 4 boten gevist op mesheften in de Nederlandse kustzone. Door de relatief lage intensiteit van de visserij is er weinig effect van de visserij in termen van ensisbestanden, beviste oppervlakte en de verstoring van de organismen in de bodem. Het is dan ook niet te verwachten dat ensisvisserij in het aan te leggen Zeereservaat veel effect heeft op de ensisbestanden. De visserij dunt als het ware de bestanden uit door de grotere exemplaren weg te vissen. Hierdoor ontstaan er betere groeimogelijkheden voor de jonge exemplaren. In het geval de bestanden toch zullen afnemen als gevolg van een te grote visserijdruk zullen de vissers zelf uitwijken naar betere visgronden buiten het reservaat. Neemt niet weg dat de ensisvisserij, naast het wegvissen van mesheften, ook tot verstoring kan leiden van zee-eenden door de aanwezigheid van de vissers schepen.

De huidige monitoringtechniek die wordt gebruikt bij de voorjaarsinventarisaties van strandschelpen en kokkels is geen geschikte techniek voor de bemonstering van mesheften. De voornaamste reden hiervan is dat mesheften over het algemeen te diep in het sediment zitten, in verhouding tot de diepte waarop de RIVO apparatuur (bodemschaaf of zuigkor) monstert (7-10 cm). Door een korte sifon leven deze dieren weliswaar direct onder de oppervlakte, maar kunnen zich bij verstoring in enkele seconden ingraven tot een diepte van 25 cm. Het gevolg is dat vaak alleen de siphonen of de toppen van ensisschelpen worden aangetroffen in monsters genomen met sleep of zuigkor. Monsters die mesheften bevatten, impliceren dat mesheften aanwezig zijn. Onduidelijk blijft in welke dichtheden en vooral wat de biomassa is. Monsters die geen mesheften bevatten, impliceren geen afwezigheid van mesheften: het monster was mogelijk te ondiep genomen voor de aanwezige mesheften. Kwantitatieve informatie over de bestanden van mesheften ontbreekt daarom. De kleine mesheften, die mogelijk de belangrijkste

voedselbron is voor vissen en vogels worden wel beter bemonsterd met de bodemschaaf en de zuigkor.

Bij de bemonstering in het kader van de nulmeting in het kader van de Maasvlakte 2 studie is naast de bemonstering met de bodemschaaf en de zuigkor ook een bemonstering uitgevoerd met de box-corer. Met de box-corer wordt wel dieper in de bodem bemonsterd. Deze methode is echter wel afhankelijk van goede weersomstandigheden en is doorgans erg bewerkelijk. Daarnaast wordt slechts een klein oppervlak bemonsterd door de box-corer.

Het RIVO is in samenwerking met MarinX bezig met de ontwikkeling van een monstertuig dat dieper in het sediment komt. Dit tuig zal beter geschikt zijn om diepzittende schelpdieren als de mesheften kwantitatief (zowel de dichtheid als de biomassa) te bemonsteren.

Uit de bestandsopnamen blijkt dat de bestanden van de Amerikaanse zwaardschede in de Voordelta de laatste jaren aanzienlijk zijn toegenomen. De reden van deze toename is tot op heden onduidelijk. Mogelijk heeft het te maken met het feit dat deze soort relatief nieuw is in onze kustwateren, en zich bij afwezigheid van ziektes en predatoren goed heeft kunnen ontwikkelen. Het kan ook zijn dat “autonome” ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld weersomstandigheden of achteruitgang van andere, mogelijk concurrerende schelpdieren (e.g. strandschelpen) ertoe hebben bijgedragen dat de mesheften zich zo goed hebben kunnen ontwikkelen. Door de grootte van het bestand vormen ze op dit ogenblik een belangrijke schakel in het ecosysteem van de Voordelta. Een specifieke monitoringcampagne voor mesheften is gewenst om betere kwantitatieve uitspraken te doen over het belang van mesheften en de mogelijkheden voor visserij.

8 Referenties

- Armonies, W. (1996) Changes in distribution patterns of 0-group bivalves in the Wadden Sea: byssus-drifting releases juveniles from the constraints of hydrography. *Journal of Sea Research*, **35**, 323-334.
- Armonies, W. & Reise, K. (1999) On the population development of the introduced razor clam *Ensis americanus* near the island of Sylt (North Sea). *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, **52**, 291-300.
- Baptist, H. (2004). Toetsing vogelrichtlijn, Ensis visserij Voordelta, Rep. No. 2004/28. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.
- Baptist, H. (2005). Toetsing Vogelrichtlijn, Ensis visserij Waddenkust, Rep. No. 2005/01. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.
- Beukema, J.J. & Dekker, R. (1995) Dynamics and growth of a recent invader into European coastal waters: the Amerikan razor clam, *Ensis directus*. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **75**, 351-362.
- Cadée, G.C. (2001) Zilvermeeuwen profiteren van sterven van *Ensis directus*. *Het Zeepaard*, **61**, 133-140.
- Craeymeersch, J.A. (1997). Effekten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta. Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie.
- Craeymeersch, J.A., Brummelhuis, E.B.M., Dimmers, W., Engelberts, A., Markusse, M.M., Schout, P., & Verschuure, J.M. (1996) Effekten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta.
- Craeymeersch, J.A., Dimmers, W., Markusse, R., Schout, P., & Kater, B.J. (1995) Effekten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta.
- Craeymeersch, J.A., Dimmers, W., & Sistermans, W. (1998) Het macrobenthos in het mondingsgebied van de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet. Een voorstudie in het kader van Maasvlakte 2. NIOO-CEMO Rapporten 1998-5. 60 pp.
- Craeymeersch, J.A., Escavarage, V., & Perdon, J. (2005). Baseline study MEP-MV2 Lot2: bodemdieren. Voortgangsverslag juni 2005, Rep. No. C027/05. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Yerseke.
- Craeymeersch, J.A., Leopold, M.F., & Van Wijk, M.O. (2001). Halfgeknotte strandschelp en Amerikaanse zwaardschede: een overzicht van bestaande kennis over visserij, economische betekenis, regelgeving, ecologie van de beviste soorten en effecten op het ecosysteem. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Yerseke.
- Craeymeersch, J.A. & Perdon, J. (2004a). De halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2004, Rep. No. C073/04. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Yerseke.
- Craeymeersch, J.A. & Perdon, J. (2004b) De halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2004. Met een bijlage over de ontwikkeling van het bestand aan mesheften (*Ensis* sp.). Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. Rapport nr. C073/04. 27 pp.
- Craeymeersch, J.A. & van der Land, M.A. (1998) De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993-1997. In Rijksinstituut voor Visserijonderzoek RIVO-DLO. Rapport C056/98. 37 pp.
- Daan, R. & Mulder, M. (2004). The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 2003 and a comparison with previous data, Rep. No. NIOZ-RAPPORT 2004-4. Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Den Burg.
- Daan, R. & Mulder, M. (2005) The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 2004 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport 2005 - 3. 95 pp.
- Darriba, S., San Juan, F., & Guerra, A. (2004) Reproductive cycle of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865) in northwest Spain and its relation to environmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **311**, 101-115.

- Darriba, S., San Juan, F., & Guerra, A. (2005) Energy storage and utilization in relation to the reproductive cycle in the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865). *ICES Journal of Marine Science*, **62**, 886-896.
- De Bruyne, R.H. (1991) *Schelpen van de nederlandse kust* Jeugdbondsuitgeverij, stichting uitgeverij knnv, Utrecht.
- De Bruyne, R.H. (2003) *Geïllustreerde schelpen encyclopedie* Rebo International b.v., Lisse.
- De Bruyne, R.H. (2004) *Veldgids schelpen* KNNV Uitgeverij / Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht.
- Dörjes, J. (1992) Die amerikanische Schwertmuschel *Ensis directus* (Conrad) in der Deutschen Bucht. III. Langzeitentwicklung nach 10 Jahren. *Senckenbergiana maritima*, **22**, 29-35.
- Entrop, B. (1972) *Schelpen vinden en herkennen*. 3E druk Thieme & Cie, Zutphen.
- Essink, K. (1984) De Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* (Conrad, 1843): Een nieuwe soort voor de waddenzee. *Het zeepaard*, **44**, 68-71.
- Essink, K. (1985) On the occurrence of the American jack-knife clam *Ensis directus* (Conrad, 1843) (Bivalvia, Cultellidae) in the Dutch Wadden Sea. *Basteria*, **49**, 73-80.
- Essink, K. & Visser, W. (1988) *Ensis directus* (syn. *E. americanus* (Binney)) in de "landaanwinningswerken" in de Waddenzee. *Zeepaard*, **48**, 99-101.
- Fahy, E. & Gaffney, J. (2001) Growth statistics of an exploited razor clam (*Ensis siliqua*) bed at Gormanstown, Co Meath, Ireland. *Hydrobiologia*, **465**, 139-151.
- Fahy, E., Norman, M., Browne, R., Roantree, V., Pfeiffer, N., Stokes, D., Carroll, J., & Hannafy, O. (2001). Distribution, population structure, growth and reproduction of the razor clam *ensis arcuatus* (Jeffreys) (Solenaceae) in coastal waters of western Ireland.
- Gmelich Meijling-van Hemert, C.R. (2005) *Vissen op Zeeuws water* Den Boer / De Ruiter, Vlissingen.
- Hall, S.J., Basford, D.J., & Robertson, M.R. (1990) The impact of hydraulic dredging for razor clams *Ensis* sp. on an infaunal community. *Netherlands Journal of Sea Research*, **27**, 119-125.
- Hauton, C., Atkinson, R.J.A., & Moore, P.G. (2003a) The impact of hydraulic blade dredging on a benthic megafaunal community in the Clyde Sea area, Scotland. *Journal of Sea Research*, **50**, 45-56.
- Hauton, C., Hall-Spencer, J.M., & Moore, P.G. (2003b) An experimental study of the ecological impacts of hydraulic bivalve dredging on mearl. *ICES Journal of Marine Science*, **60**, 381-392.
- Henderson, S.M. & Richardson, C.A. (1994) A comparison of the age, growth-rate and burrowing behaviour of the razor clams, *Ensis siliqua* and *E. ensis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **74**, 939-954.
- Holtmann, S.E., Belgers, J.J.M., Kracht, B., & Daan, R. (1996) The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1995 and a comparison with previous data.
- Kenchington, E., Duggan, R., & Riddell, T. (1998) early life history characteristics of the razor clam (*Ensis directus*) and the Moonsnails (*Euspira spp.*) with applications to fisheries and aquaculture. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, **2223**, 1-32.
- Kristensen, I. (1957) De groeisnelheid van het tafelmesheft. *De levende natuur jaargang 60 pp 93-96, 1957*.
- Leopold, M.F. (2002) Nulmeting vogels en benthos in de Texelse vooroever (KUSTADV*NH). Alterra-Texel, maart 2002. 20 pp.
- Leopold, M.F., Kats, R.K.H., & Ens, B.J. (2001) Diet (preferences) of Common Eiders *Somateria mollissima*. *Wadden Sea Newsletter*, 25-31.
- Leopold, M.F., Spannenburg, P.C., Verdaat, H.J.P., & Kats, R.K.H. (In prep.) Identification of *Spisula subtruncata* and *Ensis americanus* remains in stomachs and faeces of common eiders *Somateria mollissima* and common scoters *Melanitta nigra*.
- Leopold, M.F. & Wolf, P. (2003) Zee-eenden eten ook *Ensis*. *Nieuwsbrief NZG*, **4**, 5.
- Luczak, C. & Dewarumez, J.-M. (1992) Note on the identification of *Ensis directus* (Conrad, 1843). *Cahier de Biologie Marine*, **33**, 515-518.

- Muir, S.D. (2003) The biology of razor clams (*Ensis* spp.) and their emergent fishery on the West coast of Scotland, University Marine Biological Station, Millport.
- Muir, S.D. & Moore, P.G. (2003) Too close a shave for razor clams? *Shellfish news*, **15**, 7-9.
- Pyke, M. (2002). Evaluation of good handling practice for razor clams, Rep. No. SR548. Sea Fish Industry Authority.
- Robinson, R.F. & Richardson, C.A. (1998) The direct and indirect effects of suction dredging on a razor clam (*Ensis arcuatus*) populatin. *ICES Journal of Marine Science*, **55**, 970-977.
- Rumohr, H., Brey, T., & Ankar, S. (1987) *A compilation of biometric conversion factors for benthic invertebrates of the Baltic Sea* Askö Laboratory, Stockholm.
- Schiedek, D. & Zebe, E. (1987) Functional and environmental anaerobiosis in the razor-clam *Ensis directus* (Mollusca: Bivalvia). *marine biology*, **94**, 31-37.
- Schneider, D. (1982) Escape response of an infaunal clam *Ensis directus* Conrad 1843, to a predatory snail, *Policines duplicatus* Say 1822. *Veliger*, **24**, 371-372.
- Seip, P.A. & Brand, R. (1987) Inventarisatie van macrozoöbenthos in de Voordelta. Dichtheden voor de najaarstocht van 1984 en de voorjaerstocht van 1985.
- Swennen, C., Leopold, M.F., & Stock, M. (1985) Notes on growth and behaviour of the American razor clam *Ensis directus* in the Wadden Sea and the predation on it by birds. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, **39**, 255-261.
- Swennen, C., Nehls, G., & Laursen, K. (1989) Numbers and distribution of eiders *Somateria mollissima* in the Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, **24**, 83-92.
- Trueman, E.R. (1967) The dynamics of burrowing in *Ensis* (Bivalvia). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, **166**, 459-476.
- Tuck, I.D., Bailey, N., Harding, M., Sangster, G., Howell, T., Graham, N., & Breen, M. (2000) The impact of water jet dredging for razor clams, *Ensis* spp., in a shallow sandy subtidal environment. *Journal of Sea Research*, **43**, 65-81.
- van Kuijk, F. & Voets, A., eds. (2004) *Nederlandse wetlands 2001-2003*, pp 203. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Van Stralen, M. (2005). De ontwikkeling van het bestand aan mesheften (*Ensis* sp.) en de visserij daarop in de Nederlandse kustwateren in de periode 1995 - 2004: Een analyse van de beschikbare bestand- en vangstgegevens op verzoek van de V.O.F. van Stee uit yerseke in verband met de aanvraag van een vergunning voor de Ensisvisserij in 2005 in VHR gebieden., Rep. No. Marinx rapport 2005.45. Marinx.
- Van Urk, R.M. (1964a) De Nederlandse *Ensis*-soorten. *Basteria*, **28**, 60-66.
- Van Urk, R.M. (1964b) The genus *Ensis* in Europe. *Basteria*, **28**, 13-44.
- von Cosel, R., Dörjes, J., & Mohlenhardt-Siegel, U. (1982) Die amerikanische Schwertmuschel *Ensis directus* (Conrad) in der Deutschen Bucht. I. Zoogeographie und Taxonomie im Vergleich mit den einheimischen Schwertmuschel-Arten. *Senckenbergiana maritima*, **14**, 147-173.
- Wijzman, J.W.M. (1993) Grootte-selectieve mortaliteit bij baars op het IJsselmeer en reconstructie van de potentiële groei, Agricultural University Wageningen.

Bijlage A Overzicht belangrijkste soorten mesheften

A.1 Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus* (Conrad, 1843))



Figuur 9: Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus* (Conrad, 1843)) Foto afkomstig van de Vleet (www.ecomare.nl).

De Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus* of *Ensis americanus*) onderscheidt zich van de inheemse soorten door de grotere breedte van de schelp ten opzichte van de lengte. De schelp heeft een gebogen vorm en kan 16-17 cm lang worden, het quotiënt van de lengte/breedte is 5-7 (Essink & Visser, 1988). Bij kleinere individuen is de lengte/breedte verhouding kleiner (Luczak & Dewarumez, 1992). De schelp van de Amerikaanse zwaardschede is dunner dan de overige *Ensis*-soorten. Het schelpoppervlak is glad met alleen groeilijnen. De afstand tussen de voorste mantellijn en de voorrand van de schelp is ongeveer gelijk aan de afstand tussen de onderste mantellijn en de onderrand van de schelp. De voorste mantellijn is ten opzichte van de voorrand enigszins hol. Het voorste spierindruksel is 3 tot 4x zo breed aan achterrand dan aan de bovenrand, kort, even groot als het ligament. De voetretractor bevindt zich tegenover de ligament-inkeping. Het achterste spierindruksel ligt op minder dan eigen lengte van de mantelbocht. De mantelbocht is kort, breed en afgeknot. De grondkleur van de schelp is grijs roze (De Bruyne, 2003).

A.2 Grote zwaardschede (*Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865))



Figuur 10: Grote zwaardschede (*Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865)) Foto afkomstig van de Vleet (www.ecomare.nl).

De grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*) kan een lengte bereiken van 16 cm, quotiënt lengte/breedte bedraagt 7.5-8. De schelp is lang en smal, licht gebogen maar ook wel recht, voor- en achterrand zijn van gelijke breedte, de voorrand afgeknot. De mantellijn ongeveer even ver van de voorrand als van de onderrand van de schelp, de onderrand dikwijls uitwijkend t.o.v. de voorrand en wat naar binnen gebogen (Van Urk, 1964a, 1964b). De schelp is stevig, ondoorschijnend. De geelbruine opperhuid is vaak aan de randen aanwezig. De oppervlaktesculptuur bestaat uit fijne groeilijnen, die op het onderste gedeelte van de schelp in de lengterichting lopen, maar op de diagonaal, die van de top naar de beneden-achterrand loopt, plotseling rechthoekig ombuigen en dan loodrecht op de bovenrand komen te staan. De kleur van de schelp is aan de buitenzijde wit met bruinrode tot paarsblauwe banden volgens de typische groeilijnen. De binnenzijde is wit, zwak glanzend. De tekening van de buitenzijde schemert blauw-paarsig door (De Bruyne, 2003, 2004).

De lengte van het voorste spierindruksel is minstens 1.5x zo lang als het ligament, duidelijk verbreed naar achteren. De achterlijn schuin afgeknot. De voetretractor bevindt zich achter de ligament-inkeping. Het achterste spierindruksel ligt op minstens eigen lengte van de mantelbocht. Bij jonge exemplaren is de binnenzijde diep glanzend violet, oudere exemplaren porcelainwit en iets glanzend met een enkele vleeskleurig-rose tint, vooral bij het slot. De mantelbocht is smal en net als bij het Tafelmesheft nagenoeg rond (Van Urk, 1964a).

Een variatie op de *Ensis arcuatus* is de *Ensis arcuatus ensoides* (Van Urk, 1964a). Van dit schelpdier is de schelp vrij slank, matig tot sterk gebogen, de zijden evenwijdig, het achtereind met een geleidelijke maar duidelijke versmalling, de voorrand is afgerond en de mantellijn naar voren gericht. Vooral bij jonge exemplaren ligt het achterste spierindruksel op hoogstens eigen lengte van de mantelbocht. Het voorste spierindruksel is afgeknot tot schuin afgeknot.

A.3 Kleine zwaardschede (*Ensis ensis* (Linnaeus, 1758))



Figuur 11: Kleine zwaardschede (*Ensis ensis* (Linnaeus, 1758)). Foto afkomst van: Keith Hiscock, gepubliceerd op de Marlin website (www.marlin.ac.uk)

Een volwassen exemplaar van de kleine zwaardschede (*Ensis ensis ensis*) is 13.5 cm lang, het quotient van lengte/breedte is 8 (De Bruyne, 2004). De schelp is slank en teer, matig tot sterk gebogen, naar achteren versmald, de mantelbocht is rond. De oppervlaktesculptuur bestaat uit fijne groeilijnen die op de diagonaal, die van de top naar de achter- onderrand loopt, plotseling haaks naar de bovenrand ombuigen. Op het achtereinde van de schelp zijn meestal enkele grovere groeilijnen aanwezig (De Bruyne, 1991). De zijden van de schelp zijn evenwijdig, de voorrand afgerond, het achtergedeelte nauwelijks of niet versmald. De mantellijn ongeveer even ver van de voorrand als van de onderrand van de schelp. De onderste mantellijn ligt hier dicht bij de onderrand van de schelp dan bij de bovenste mantellijn. Het voorste spierindrucksel is ongeveer 1.75x zo groot als het ligament. De voetretractor ligt achter de ligament-inkeping. Het achterste spierindrucksel is vrij ver naar binnen gelegen op ongeveer 1.5x de eigen lengte van de mantelbocht (Van Urk, 1964a). De siphonen zijn kort en met elkaar verbonden, behalve aan de top. Ingraven in het sediment gebeurt onder een hoek naar de vorm van de schelp.

De kleur van de schelp is aan de buitenzijde wit met bruinrode tot paarsblauwe banden volgens de typische groeilijnen. De tekening van de onderste schelpheft gaat bij verse exemplaren vaak geheel schuil onder de bruine tot geelgroene opperhuid. De binnenzijde van de schelp is wit, zwak glanzend. De tekening van de buitenzijde schemert blauw-paarsig door. De voet van het dier heeft een bleke roodbruine kleur.

Een variatie op de slanke kleine zwaardschede (*Ensis ensis ensis*) is de brede kleine zwaardschede (*Ensis ensis phaxoides*) (Van Urk, 1964a). De schelp is minder slank dan de *Ensis ensis ensis*, zwak tot matig gebogen, de onderrand sterker gebogen dan de bovenrand. De voorrand van de schelp is afgerond, het achtergedeelte duidelijk tot sterk versmald. Het schelpoppervlak is glad met alleen groeilijnen. De schelp kan 12 cm lang worden en 1.8 cm breed 8 (De Bruyne, 2004). De mantellijn ligt ongeveer even ver van de voorrand als van de

onderrand van de schelp. De onderste mantellijn ligt hier op ongeveer gelijke afstand van de bovenste mantellijn en de onderrand van de schelp. De mantelbocht is variabel maar gemiddeld 1.5x zo lang als breed en versmallend naar binnen toe, de binnenlijn vaak afgerond. Het voorste spierindruksel is vrij lang, 1.5 tot 1.7x het ligament. De voetretrator bevindt zich achter de ligament-inkeping. Het achterste spierindruksel ligt dicht bij de mantelbocht, op een afstand van hoogstens de eigen lengte. Dit kenmerk is een duidelijk verschil tussen de *Ensis ensis phaxiodes* en de *Ensis ensis ensis*, bij de laatste soort ligt het achterste spierindruksel op een afstand van 1.5 tot 2 x de eigen lengte van de mantelbocht (De Bruyne, 1991). De buitenzijde van de schelp is goudbruin-olijfgroen en lila met vleeskleurig-bruin patroon op het bovenvlak, de binnenkant is glanzend violet.

A.4 Groot tafelmesheft (*Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758))



Figuur 12: Groot tafelmesheft (*Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758)) Foto afkomstig van de Vleet (www.ecomare.nl).

Het grootste mesheft wat aangetroffen wordt langs de Hollandse westkust en in het gebied boven de Waddeneilanden is het groot tafelmesheft (*Ensis siliqua*). Dit schelpdier kan een lengte bereiken van 22 cm, het quotient van lengte/breedte bedraagt 6.5-7.5. De schelp is stevig, breed en recht, het slotgedeelte flauw omgebogen, het achtereind verbreed. De mantelbocht is breed en nagenoeg rond. De voorrand van de schelp is afgeknot, de achterrand schuin afgeknot, de achterste schelp-opening ovaal in omtrek. Boven- en onderrand zijn vrijwel geheel recht en lopen evenwijdig. De schelp is stevig en ondoorschijnend (van Urk, 1964). De oppervlaktesculptuur bestaat bij deze soort uit fijn groeilijnen, die op het onderste gedeelte van de schelp in de lengterichting lopen. Maar op de diagonaal van de top naar de onder-achterrand rechthoekig ombuigen en dan loodrecht op de bovenrand komen te staan (Entrop, 1972). De mantellijn ligt dicht bij de voorrand en evenwijdig daaraan. Het voorste spierindruksel is vrij kort en naar achteren sterk verbreed. De voetretrator ligt tegenover de ligament-inkeping. Het achterste spierindruksel bevindt zich dicht bij de mantelbocht, op hoogstens eigen lengte daarvan verwijderd (Van Urk, 1964a). De siphonen zijn net als bij de kleine zwaardschede kort en met elkaar verbonden, behalve aan de top.

De schelp is aan de binnenzijde mat en vrijwel kleurloos, met hoogstens wazige, onbestemde geel- of blauwachtige tinten hier en daar. De buitenkant is licht geelbruin, soms wat rose-bruin aangelopen (Van Urk, 1964a). Vanuit de top loopt als het ware een diagonale lijn die het patroon op de schelp in tweeën deelt. Aan de ene kant lopen de groeilijnen vrijwel horizontaal, aan de andere kant vertikaal (Entrop, 1972).

A.5 Klein tafelmesheft (*Ensis minor* (Chenu, 1843))



Figuur 13: Klein tafelmesheft (*Ensis minor* (Chenu, 1843)) Foto afkomstig van de Vleet (www.ecomare.nl).

Een kleinere verwant van het Tafelmesheft is de *Ensis minor*, dit schelpdier wordt maximaal 17 cm lang, lengte/breedte is ca. 7. Verschilt van de *Ensis siliqua* door de meestal schuin tot sterk schuin afgeknotte voorrand, de nog dichter langs de voorrand liggende mantellijn, de achteraan niet verbrede schelp, het niet omhooggebogen slotgedeelte en bij een opengeklapte schelp als regel naar achteren uiteenwijkende kleppen. Het achterste spierindruksel ligt op tenminste eigen lengte van de mantelbocht. De achterste schelp-opening is in de omtrek samengedrukt of zelfs iets ingedeukt. De binnenzijde is vaak in fraaie lila-violetten tinten en verticale kleurlijnen. De bovenzijde is in lila tinten (Van Urk, 1964b).

Een variatie op deze soort is de *Ensis minor subarcuata*. Hiervan is de schelp iets gebogen, de onderrand sterker dan de bovenrand, het achtereind is versmald, de mantellijn ligt iets minder dicht bij de voorrand. De voet-retractor bevindt zich iets achter de ligament-inkeping, het voorste spierindruksel is vrij lang.

A.6 Messchede (*Solen marginatus* Pulteney, 1799)



Figuur 14: Groot tafelmesheft (*Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758)). Foto afkomstig van de website van het liceo foscari om Venetië (www.liceofoscarini.it/didattic/conchiglie/index.html)

De geslachten *Ensis* en *Solen* vertonen veel gelijkenis. Van de laatste soort is de *Solen marginatus* de enige Nederlandse vertegenwoordiger. De twee geslachten zijn als volgt van elkaar te onderscheiden:

- 1 Solen: beide kleppen met slechts 1 verticale tand. Horizontale tanden ontbreken.
- 2 Ensis: linkerklep met 2 verticale en 2 horizontale tanden. Rechterklep met 1 verticale en 1 horizontale tand.

Ook de ligging van de spierindrucksels is bij de *Solen marginatus* is verschillend van die van de *Ensis* (Van Urk, 1964a)

De messchede heeft een dikschalige, lange smalle schelp, die wel 6 x zo lang als breed is. De voor- en achterrand zijn bijna recht. De boven- en onderrand zijn geheel recht en evenwijdig aan elkaar. Van de top naar de onderrand loopt daarmee evenwijdig een duidelijke plooï. De oppervlaktesculptuur bestaat uit 2 velden van fijne groeilijnen, van elkaar gescheiden door een diagonaal vanaf de top naar de onderkant van de achterrand. Onder de diagonaal lopen de groeilijnen in de lengterichting, boven de diagonaal loodrecht er op. De kleur van de schelp is aan de buitenzijde wit, creme of bruin, aan de binnenzijde wit enigszins verkalkt, porceleinachtig glanzend. De schelp kan 14 cm lang worden en 2.3 cm breed (De Bruyne, 2004).