

Reguleringsmechanismen in het kustecosysteem van de Voordelta

Tobias van Kooten & Henrice M. Jansen
Rapport C095/15



Voordelta, gezien vanaf de tweede Maasvlakte. Foto: Google Street View

IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Dhr. Dr. Mennobart van Eerden
Rijkswaterstaat WVL
Zuiderwagenplein 2
8224 AD Lelystad

Publicatiedatum:

9 oktober 2015

IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

Aanbevolen format ten behoeve van citaties: van Kooten, Tobias & Jansen, Henrice M. (2015) Reguleringsmechanismen in het kustecosysteem van de Voordelta. IMARES Rapport C095/15.

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
---	--	---	--

© 2015 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

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

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

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Kennisvraag	7
3. Methoden	8
Regulering	8
Koppeling van datareeksen.....	9
Gebiedsafbakening	10
Opwerking van abiotiek en plankton gegevens	11
Beschikbare datareeksen	11
Indices abiotiek	12
Opwerking gegevens benthos	12
Surveys	12
Benthos indices	13
Opwerking gegevens vis	15
Beschikbare surveys.....	15
Indices voor vis-soortgroepen.....	17
Opwerking gegevens bodemberoerende visserij.....	18
Opwerking gegevens zee-eenden	19
Opwerking gegevens zeezoogdieren	19
Zeehonden	19
Bruinvissen	20
4. Resultaten	20
Opwerking van gegevens	20
Nutriënten limitatie	21
Patronen van sturende factoren in de tijd	22
Samenstelling van Benthosgroepen	23
Periode 1993-2004: signalen voor bottom-up regulering?	24
Periode 2005-2013: signalen voor top-down regulering?.....	25
5. Discussie	26
Regulering	26
Significantie	27
6. Conclusies	28
7. Implicaties.....	28
8. Kwaliteitsborging	29
9. Referenties	30
10. Verantwoording	32

11.	Bijlagen.....	33
	Bijlage 1: Soorten selectie schelpdierbemonstering	33
	Bijlage 2: Alle opgewerkte datareeksen	33

Samenvatting

In het Natura 2000 gebied Voordelta is een bodembeschermingsgebied (BBG) met daarin rustgebieden ingesteld als compensatiemaatregel voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte. De boomkorvisserij wordt hier uit geweerd sinds 2008. Indertijd is berekend dat het weren van de boomkorvisserij zou kunnen leiden tot een 10% toename in biomassa van bodemdieren (Rijnsdorp et al. 2006). De inzichten over hoe visserij doorwerkt in het voedselweb zijn inmiddels veranderd. Hoe de bodemfauna verandert hangt af van het proces dat de bodemdierbiomassa reguleert ([Van Denderen et al. 2013](#)).

Als er sprake is van "bottom-up" regulering, worden veranderingen in bodemdierenbiomassa bepaald door veranderingen in het voedselaanbod. In een dergelijke situatie leidt hogere toevoer van voedingsstoffen naar zee tot hogere algengroei, daarmee tot meer voedsel voor bodemdieren en toename van de bodemdierenbiomassa. Die verhoging van bodemdierenbiomassa kan ook weer doorwerken in verhoging van de visstand. Vermindering van visserij leidt dan tot minder sterfte van bodemdieren en van vis, en dus tot toename in biomassa van bodemdieren en vis. Impliciet is destijds bij de berekening van de effecten van het uitsluiten van boomkorvisserij ([Rijnsdorp et al. 2006](#)) van dit mechanisme uitgegaan.

Echter, indien er sprake is van "top-down" regulering is predatie de controlerende factor en is er sprake van een negatieve terugkoppeling tussen een trofisch niveau van het voedselweb en het trofische niveau daaronder. Een hogere visstand leidt dan, door verhoogde predatie door vis op de bodemdieren, tot een lagere bodemdierenbiomassa. In een dergelijke situatie is het onzekerder hoe verminderde visserij doorwerkt op de bodemdierengemeenschap. Vermindering van visserij leidt tot een verhoging van de visstand, daarmee tot meer predatie op bodemdieren en sterfte van bodemdieren. De vermindering van visserij betekent echter ook minder schade, directe sterfte en bijvangst van bodemdieren door visserij. Vermindering van visserij kan dan leiden tot lagere of juist hogere bodemdierenbiomassa, of de effecten kunnen elkaar opheffen. In dat geval zou meer in detail onderscheid gemaakt moeten worden tussen bodemdiersoorten die gevoelig zijn voor predatie en soorten die gevoelig zijn voor visserij, maar dat is in de praktijk lastig doordat die groepen overlappen.

In de uitgevoerde analyse zijn zoveel mogelijk gegevens verzameld over verschillende trofische niveaus van het voedselweb: voedingsstoffen, algen, bodemdieren, vis, vogels en zeezoogdieren, visserij, voor de laatste 20 jaar. Vervolgens zijn de trends en statistische verbanden tussen die variabelen onderzocht. Er zijn geen aanwijzingen dat er in de Voordelta sprake is van bottom-up regulatie, en beperkte aanwijzingen dat er sprake is van top-down regulatie. De onduidelijkheid in de resultaten kan voor een deel veroorzaakt zijn door de beperkte tijdreeks waarvoor voldoende goede data beschikbaar waren. Daarnaast kan het zo zijn dat de relatie tussen de verschillende trofische niveaus in het voedselweb, op de schaal van de Voordelta, zwak is waardoor verbanden niet te detecteren zijn. Bijvoorbeeld, bodemdieren zijn afhankelijk van de algenproductie, maar door het getijgedreven transport van voedsel is het gebied dat de draagkracht van de Voordelta voor bodemdieren bepaalt groter dan de Voordelta. Veel vissoorten zijn, door hun mobiliteit, evenmin afhankelijk van het lokale voedselaanbod in de Voordelta. Dit laatste geldt in nog sterkere mate voor hogere trofische niveaus als vogels en zeezoogdieren. Dit alles leidt er toe dat de analyse geen uitsluitsel geeft over het type regulering dat in de Voordelta de bodemdierengemeenschap beïnvloedt.

Samenvattend zijn de conclusies:

- Met de beschikbare data is geen eenduidig antwoord te geven op de vraag of de Voordelta top-down of bottom-up gereguleerd is.
- Er zijn iets meer aanwijzingen voor top-down regulering dan voor bottom up regulering.
- Er zijn een aantal potentiële mechanistische verklaringen waarom het type regulering mogelijk moeilijk is vast te stellen.
- De combinatie van een toegenomen hoeveelheid vis en afgenomen intensiteit van boomkorvisserij, in een systeem dat overwegend top-down gereguleerd lijkt, is een mogelijke verklaring voor het ontbreken van effecten op benthos.

- Het niet eenduidig kunnen aantonen van het ene of het andere type regulering kan ook komen door een gebrek aan gegevens, zodat signalen niet kunnen worden onderscheiden van toevalsfluctuaties.

De natuurcompensatie in de Voordelta voor de aanleg van de 2^e Maasvlakte is gebaseerd op het verhogen van de benthos biomassa door het verlagen van de directe benthos-sterfte die visserij veroorzaakt. Er kan echter geen relatie worden vastgesteld tussen benthos biomassa en visserij-intensiteit. In deze studie worden enige aanwijzingen gevonden voor top-down regulering van het ecosysteem, en in een top-down gereguleerd ecosysteem kunnen indirecte effecten van visserij (via het effect op vis en het effect van vis op benthos), het directe effect van visserij op benthos teniet doen (van Denderen et al. 2013, van Kooten 2014). Dit is een potentiële mechanistische verklaring voor het niet reageren van het benthos op verminderde boomkorvisserij, die ten tijde van het instellen van de maatregelen om visserij terug te dringen nog niet geïdentificeerd was.

1. Inleiding

In de Voordelta is een bodembeschermingsgebied (BBG) met daarin rustgebieden ingesteld als compensatiemaatregel voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte. De boomkorvisserij wordt hier uit geweerd sinds 2008. Indertijd is berekend dat het weren van de boomkorvisserij zou kunnen leiden tot een 10% toename in biomassa (Rijnsdorp et al. 2006). Tegelijkertijd is de garnalenvisserij doorgegaan waarbij is afgesproken dat er onderzoek zou moeten worden gedaan naar de effecten van deze vorm van bodemberoerende visserij. Inmiddels is er wel wat veranderd aan de inzichten hoe visserij doorwerkt op het ecosysteem. Zo laat een theoretisch model van Van Denderen et al.(2013) zien dat de respons in bodemfauna (en daarmee het deel dat voedsel is voor vissen) afhangt van hoe het benthos gereguleerd is: bottom-up (dichtheid wordt bepaald door voedselbeschikbaarheid) versus top-down (dichtheid wordt bepaald door predatie). Beide typen regulering zijn in mariene ecosystemen gevonden (Ware and Thomson, 2005; Baum and Worm, 2009). De wijze van regulering van het benthos bepaalt in belangrijke mate hoe het systeem zal reageren op bodemberoerende visserij. Bij bottom-up regulering is uitsluitend het directe effect van bodemberoering op het benthos van belang, en is consumptie door vis niet of nauwelijks van betekenis. In feite is de aanname bij de berekening van 10% verhoging van benthos-biomassa uitgegaan van dit scenario. Het is echter denkbaar dat het benthos (of bepaalde soortgroepen daarbinnen) top-down gereguleerd is, en de benthos-biomassa dus wordt bepaald door consumptie door vis. In dat geval is het effect van verminderde visserij een complexe combinatie van het directe effect van het tuig op het benthos, en van de indirecte effecten van visserij op de visstand en zo op de consumptie van benthos door vissen. Het is daardoor in principe mogelijk dat meer visserij (tot op zekere hoogte) door het wegnemen van de predatie leidt tot meer benthos in een systeem waarbij de benthos voedselketen gedomineerd wordt door predatie door vissen. Dat zou betekenen dat de 10% biomassa verhoging wellicht niet haalbaar is, of uitsluitend is te verwachten in bepaalde soort(groep)en binnen het benthos, omdat verschillende typen benthos verschillen in hun gevoeligheid voor het vistuig, maar ook in hun geschiktheid als voedsel voor vis.

Bepalen of een systeem bottom-up of top-down gereguleerd is, wordt gedaan aan de hand van tijdserie-analyse van bestaande data van nutriënten, plankton, benthos, vis en visserij, waarbij de vraag is hoe het benthos reageert op veranderingen in voedselbeschikbaarheid en veranderingen in sterfte door predatie en/of visserij. Daarbij wordt rekening gehouden met de verschillende ecologische rollen van de verschillende benthos-soortgroepen, hun gevoeligheid voor visserij (sensitief dan wel resistent voor visserijdruk), en hun geschiktheid als voer voor de aanwezige vis, zee-eenden en enkele predatore macrobenthos soorten (zeesterren, krabben). Het is bekend dat garnalen 'top down regulering' kunnen veroorzaken op schelpdierbroed in de Waddenzee (Philippart et al 2003; Van der Veer et al 1998). Momenteel wordt in het kader van het VIBEG onderzoek verder verkend in hoeverre garnalen 'top down regulering' kunnen veroorzaken op bepaalde typen benthos. In dit licht zal bediscussieerd worden wat de (lokaal toegenomen) garnalenvisserij betekent voor de mogelijke effecten op benthos-biomassa in de Voordelta.

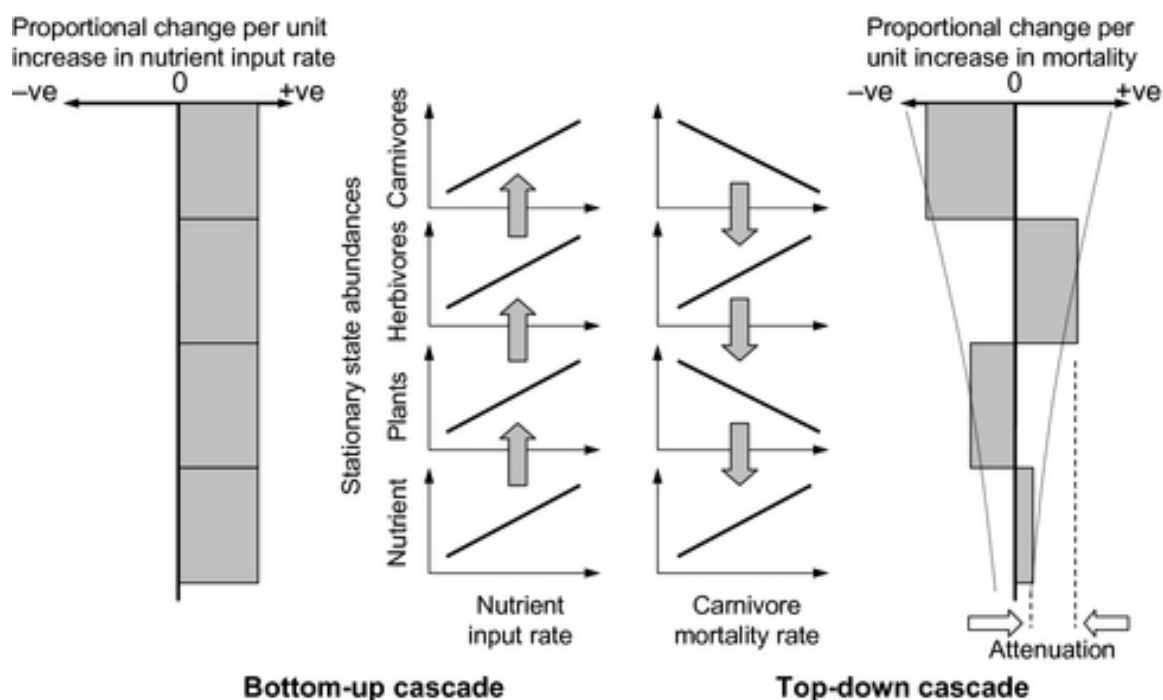
2. Kennisvraag

Wordt het benthos in het Voordelta kustecosysteem gereguleerd door bottom-up of top-down gerelateerde processen, en hoe zal dit systeem reageren op de maatregelen om de bodemberoerende visserij uit te sluiten in het Bodembeschermingsgebied.

3. Methoden

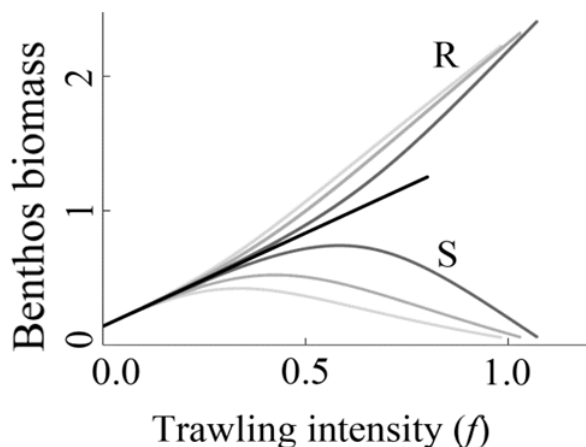
Regulering

Top-down en bottom-up gereguleerde systemen zijn van elkaar te onderscheiden door de manier waarop ze reageren op bepaalde verstoringen. Voor het bepalen van top-down regulering is de aangewezen verstoring een verandering in de sterfte van het hoogste trofische niveau. Een bottom-up gereguleerd systeem reageert sterk op een verandering in de beschikbaarheid van basale nutriënten. Bij deze veranderingen is er sprake van een zogenaamde 'trophic cascade' (Hairston et al. 1960, Oksanen et al. 1981) (Figuur 1).



Figuur 1: Illustratie van 'trophic cascades' in bottom up (links) en top-down (rechts) gedreven systemen. Figuur overgenomen uit Heath et al. (2014). Een bottom up cascade leidt tot een vergelijkbaar patroon van toename in de hele voedselketen, van fytoplankton ('plants') tot en met predatoren ('carnivores'). In een top-down cascade leidt een verhoging van de sterfte van predatoren tot een afwisselend positief en negatief effect in elk lager trofie-niveau.

In dit rapport onderzoeken we of in de Voordelta aanwijzingen kunnen worden gevonden voor een van deze typen regulering. Op zoek naar bottom-up regulering kijken we naar de patronen in het voedselweb in relatie tot veranderende nutriënten-input uit de rivieren. Op zoek naar top-down regulering kijken we naar veranderingen in relatie tot veranderende visserij-intensiteit. Hierbij houden we rekening met het feit dat boomkorvisserij niet alleen leidt tot een afname van het hoogste trofie-niveau (vis), maar ook sterfte van benthos veroorzaakt (Kaiser et al. 2006). Zulke secundaire effecten van visserij leiden tot een iets andere verwachting voor een door bodemvisserij geïnduceerde top-down trophic cascade (van Denderen et al. 2013; van Kooten 2014), met name in de response van het benthos. Bij lage bevissing zal het effect van afnemende vis-predatie relatief sterk zijn, volgt het systeem het 'klassieke' patroon van een top-down gedreven trophic cascade (Figuur 1) en zal het benthos dus toenemen met visserij-intensiteit. Bij toenemende bevissing zal echter het directe effect van visserij op benthos steeds belangrijker worden. Dit zal het eerste zichtbaar zijn in een (relatieve of absolute) afname van benthos-soorten die gevoelig zijn voor visserij. Het relatief ongevoelige benthos kan mogelijk profiteren van deze afname, en sneller toenemen dan in afwezigheid van dit effect (Figuur 2).



Figuur 2: Effecten van boomkorvisserij op biomassa van resistent (R) en gevoelig (S) benthos in een top-down gereguleerd systeem, waar boomkorvisserij niet alleen leidt tot sterfte van vis, maar ook van benthos. De verschillende grijs tinten vertegenwoordigen verschillende intensiteiten van de relatieve benthos sterfte. Figuur uit van Denderen et al. (2013).

Koppeling van datareeksen

Analyse van het type reguleringsmechanisme in de Voordelta is gedaan aan de hand van een aantal datasets (Tabel 1); abiotiek, plankton, benthos, vis, visserij, zee-eenden, en zeezoogdieren. De beschikbare datareeksen geven over het algemeen een goede dekking van de trofische niveaus, met uitzondering van het zoöplankton. Omdat we binnen de huidige studie vooral geïnteresseerd zijn in de ontwikkelingen in de benthische/demersale component van het voedselweb en de regulerende factoren hierin (nutriëntenvrucht als proxy voor voedselaanbod, predatie en visserijmortaliteit), is het ontbreken van zoöplankton geen limiterende schakel.

De analyse is opgesplitst in twee reeksen; een lange termijn (1993-2013) en een meer recente periode (2004-2013). De eerste analyse betreft een lage resolutie waarbij alle langjarige reeksen gebruikt worden en waarbij proxies voor bepaalde trends gebruikt worden wanneer specifieke data niet beschikbaar zijn (bijv. visserij-intensiteit en meerjarige platvispopulaties per ICES kwadrant, wat een groter gebied betreft dan enkel de Voordelta). De langjarige analyse zal zich richten op jaar-tot-jaar variatie en heeft als voordeel dat de effecten van trends in omgevingsvariabelen (zoals afname van nutriënten input uit de rivieren vanaf de jaren'90) en visserij (zoals het weren van de boomkorvisserij sinds 2008) binnen de tijdserie-analyse zullen vallen, waardoor de mogelijke effecten van deze veranderingen op de verschillende niveaus zichtbaar zullen worden. Omdat surveys veelal uitgevoerd worden op momenten wanneer de doelsoorten meest abundant zijn, is er een duidelijke seizoensafhankelijkheid in de verschillende datareeksen. Het belangrijkste verschil hierin is dat de langjarige benthos monitoring in het voorjaar en de vismonitoring in het najaar uitgevoerd wordt. Zo zal bijvoorbeeld de visbiomassa gerelateerd worden aan de visserij in het voorafgaande jaar, en benthos aan de nutriëntenvrucht het voorafgaande jaar, waarbij niet per kalenderjaar maar het jaar voorafgaand aan de survey gebruikt wordt. Daarnaast is het verspreidingsgebied van veel soorten, en met name van zeehonden en bruinvissen, vele malen groter dan de Voordelta. De schattingen voor dichtheden van deze soorten moeten daarom ook vooral gezien worden als een index voor trends tussen jaren, en niet zozeer als absolute dichtheden in de Voordelta. De tweede analyse is gebaseerd op datareeksen met een hogere resolutie. De data zijn veelal verzameld gedurende het PMR project (2004, 2005 en 2009 t/m 2013) en voor deze periode zijn ook gedetailleerde visserijdata beschikbaar zijn (Vessel Monitoring System, VMS). Deze laatste resultaten zullen vergeleken worden met de trends uit de eerste lange-termijn analyse, en geldt als de validatie stap.

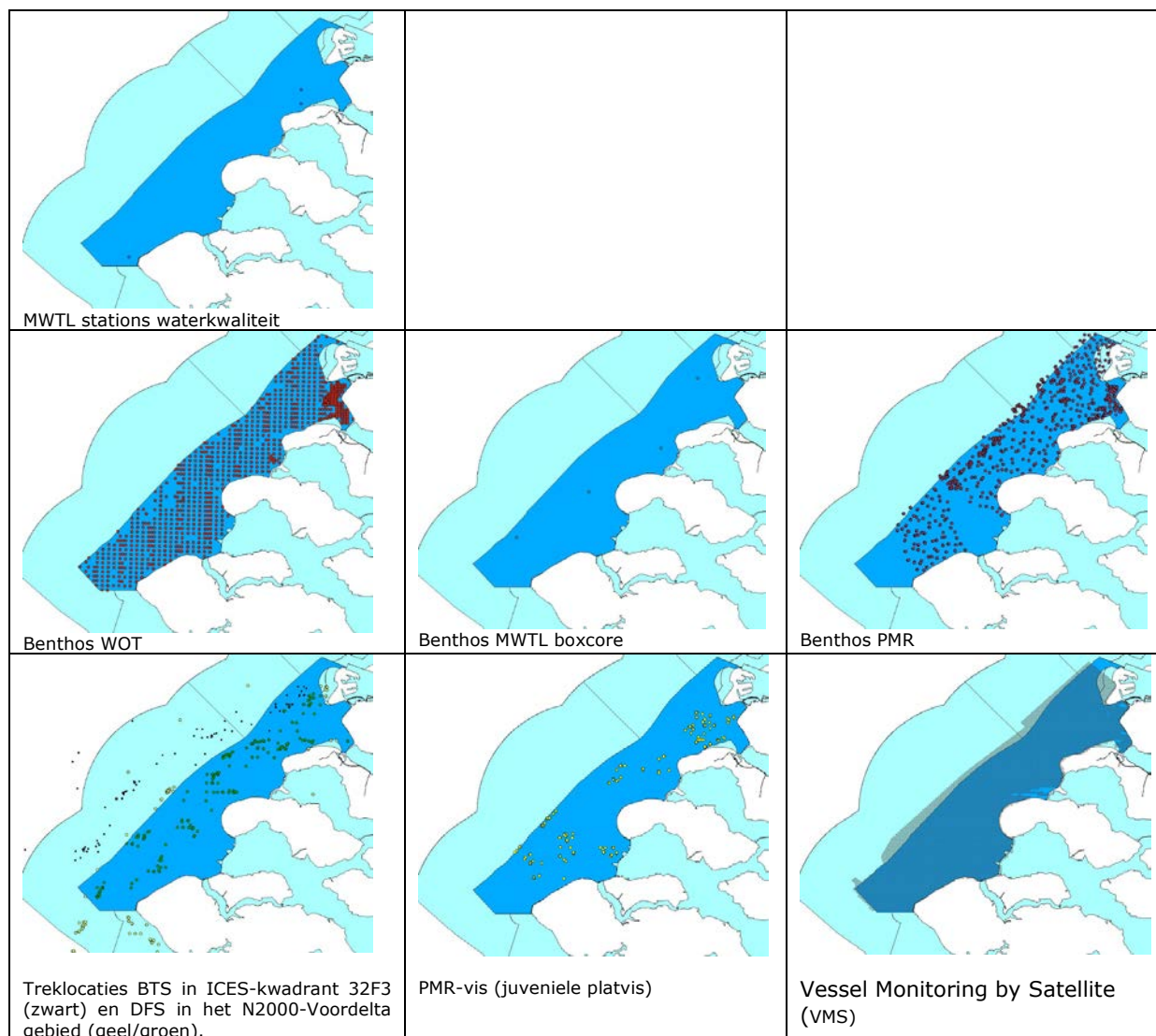
Tabel 1 Samenvattend overzicht van datareeksen beschikbaar voor tijdserie-analyse tbv bepaling reguleringsmechanismen bodemdieren in de Voordelta

Dataset	Parameter	Periode	Seizoen	Ruimtelijke resolutie
MWTL -oppervlaktewater Waterbase	Abiotiek, Nutriënten, Fytoplankton	1975-heden (1 station pas vanaf 2007)	Jaar-rond (maandelijks)	- 3 stations in PMR afbakeningsgebied* - 4 stations in N2000 Voordelta
MWTL DONAR	Zoöplankton	2001-2002		3 stations
OSPAR	Nutriënten vracht rivieren	1977-heden	Jaar-rond (dagelijks)	Output per rivierengebied (Rijn, Maas, Schelde)
VMS	Visserij-inspanning	- Vanaf 2001 - Vanaf 2005 verplicht schepen >15m - Vanaf 2012 verplicht schepen >12m	Jaar-rond (continu)	Benadering van vislocaties (GPS), 2 h interval
Logboeken	Visserij-inspanning	Vanaf 1995	Jaar-rond	Per ICES kwadrant
PMR vis	Demersale juveniele vis, garnalen	2005 2007 2009-heden	Voorjaar & Najaar	Goede dekking PMR afbakeningsgebied -Ca. 55 trekken
DFS	Demersale vis, garnalen	1970-heden	Najaar (1970-1989: voorjaar & najaar)	-Ca. 8 trekken in PMR afb. gebied -Ca. 16 trekken in gehele N2000 Voordelta gebied
PMR benthos	Benthos (schaaf + boxcore)	2004-2005 2007 (alleen boxcorer) 2009-heden	Najaar	Gebiedsdekkend voor PMR afb. gebied, 411 stations
WOT schelpdiersurvey	Benthos >5mm en tot 7cm diep (Bodemschaaf)	1993-heden	Voorjaar	Goede dekking gehele N2000 Voordelta, 231-399 stations
MWTL Onderzoek Noordzee, macrozoöbenthos en sediment, biologisch meetnet	Benthos (Boxcorer)	1991-heden (v.a. 2012 1x per 3 jaar)	Voorjaar	4 locaties in de Voordelta
PMR zee-eenden	Zee-eenden	2004-2006 2008-heden	Jaar-rond	Goede dekking PMR afb. gebied, 2x per maand
MWTL zee-eenden	Zee-eenden	1991-heden Vanaf jaren 70	Winter en zomer	
WOT zeehonden	Gewone en grijze zeehonden	1959-heden	Voorjaar, Zomer	Ruimer dan enkel Voordelta
BO Bruinvissen	Bruinvissen	2010-2013	Voorjaar (2011 & 2014 tevens zomer)	Ruimer dan enkel Voordelta

*PMR afbakeningsgebied=bodembeschermingsgebied + referentiegebied

Gebiedsafbakening

De gedachtenlijn ontwikkeld door Van Denderen et al (2013) is weergegeven in een theoretisch model welke niet is toegepast voor een specifiek gebied. Binnen de huidige studie zullen wij op basis van langjarige monitoringsgegevens het type ecosysteem-regulering onderzoeken in de Voordelta om zodoende meer inzicht te krijgen in de wijze waarop het systeem reageert op veranderende visserijdruk. Voor de afbakening van het gebied wordt het Natura2000 Voordelta gebied aangehouden. Dit gebied is voldoende specifiek voor de (residente) benthos subgroepen waar de studie zich op richt. Hoe omgevingsvariatie (getij, golfslag, temperatuur, saliniteit etc.) en variatie in visserijdruk zich verhouden tot elkaar en in relatie tot de benthos biomassa wordt onderzocht in een ander deelproject binnen de huidige PMR studie (deelproject 2.2.2 PMR-NCV 2014). De huidige studie richt zich op het verkrijgen van meer inzicht in de regulerings-mechanismen (bottom-up, top-down) van de benthos binnen het trofische systeem, met als doel een betere basis te vormen voor toekomstige advies over de effecten van te implementeren beheersmaatregelen.



Figuur 3: Geografische ligging bemonsteringspunten van de waterkwaliteit, vis en benthos monitoringsreeksen. Het N2000-Voordelta gebied wordt weergegeven met het donkerblauwe gebied (gebaseerd op: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-2000>), in lichtblauw het water dat binnen de territoriale wateren van Nederland valt.

Opwerking van abiotiek en plankton gegevens

Veranderingen in abiotiek kunnen benaderd worden vanuit de hoeveelheid nutriënten die jaarlijks toegeleverd worden aan de Voordelta dan wel op basis van concentraties van nutriënten en plankton gemeten op verschillende locaties in de Voordelta.

Beschikbare datareeksen

Nutriëntenvracht

De totale stikstof en fosfaat vracht afkomstig uit de rivieren Maas (via het Haringvliet) en Rijn (via de Nieuwe waterweg) worden dagelijks bepaald op basis van afvoergegevens en nutriëntenconcentraties. Deze twee rivieren leveren de belangrijkste input (~80%) van nutriënten in de Zeeuwse Kustzone (Troost et al. 2014) waar de Voordelta onderdeel van is. Stikstof- en fosfaatgehalten gerapporteerd in de huidige rapportage betreffen de totaal gehalten van opgeloste en particuliere vormen samen.

Naast de nutriëntenafvoer vanuit rivieren wordt de Voordelta ook gevoed met nutriënten vanuit andere bronnen zoals bijvoorbeeld het oceaanwater dat via het Kanaal de Noordzee in komt. De bijdrage van

stikstof (DIN) vanuit het Kanaal aan de totale winterconcentratie stikstof in de Zeeuwse kustzone in 2003-2008 is ongeveer 10%, en er wordt aangenomen dat deze constant is tussen de jaren (Troost et al 2014). Omdat we in de huidige studie geïnteresseerd zijn in de jaarlijkse variatie tussen componenten in de voedselketen zullen we in de analyses enkel uitgaan van de nutriëntentoevoer vanuit de rivieren, en laten de aanvoer vanuit de Noordzee buiten beschouwing.

Nutriënten concentraties

Binnen de afbakening 'bodembeschermingsgebied en referentiegebied' in de Voordelta liggen drie meetstations die opgenomen zijn in het MWTL monitoringsprogramma voor waterkwaliteit (Waterbase); Goeree2 (2km uit de kust), Goeree6 (6km uit de kust) en Walcheren2 (2km uit de kust). Met uitzondering van Goeree2, waar de bemonstering pas in 2007 gestart is, is er een min of meer continue maandelijkse datareeks beschikbaar voor alle stations tussen 1993 en 2013. Opgeloste anorganische nutriënten concentraties zijn beschikbaar voor vrijwel alle meetpunten, terwijl totaal en opgelost organische fracties meer fragmentarische bepaald zijn tussen jaren en locaties.

Plankton

Fytoplankton, gedefinieerd als Chlorofyl a concentraties, zijn bepaald binnen hetzelfde MWTL monitoringsprogramma als de waterkwaliteitsparameters zoals hierboven beschreven. Er zijn geen datareeksen beschikbaar voor primaire productie bepalingen in de Voordelta. Rijkswaterstaat heeft thans geen monitoringprogramma voor zoöplankton, er zijn wel enkele gegevens beschikbaar in de DONAR database voor de locaties Goeree2-6 en Walcheren2. Het betreft echter een zeer beperkte datareeks (n=13) voor enkele bepalingen in de begin jaren '00. Dit is onvoldoende voor tijdserie-analyses die beoogd worden binnen het huidige project.

Indices abiotiek

Omdat surveys veelal uitgevoerd worden op momenten wanneer de doelsoorten meest abundant zijn, is er een duidelijke seizoensafhankelijkheid in de verschillende datareeksen. In tegenstelling zijn er voor de abiotiek veelal wel continue (dagelijkse/maandelijkse) reeksen beschikbaar. Om de nutriënten en fytoplankton datareeksen goed aan te laten sluiten op de voorjaarsbemonstering van benthos zijn de abiotiek datasets opgewerkt als zijnde de som (nutriëntenvrucht) of gemiddelde (nutriënten/fytoplankton concentratie) van de data het jaar voorafgaand aan de benthosbemonstering. Hierbij is rekening gehouden met de exacte maand van de benthosbemonstering; het ene jaar kan de bemonstering in mei en het volgende jaar in juli plaats gevonden hebben. Als voorbeeld: het jaar 1994 loopt in het geval van de nutriënten reeksen van juni 1993 t/m mei 1994.

Opwerking gegevens benthos

Surveys

Voor het bemonsteren van de endo- en epibenthische macrofauna wordt gebruik gemaakt van verschillende tuigen zoals bijv. de boxcorers, happers, korren en dreggen, waardoor het bemonsteringsoppervlak en penetratiediepte varieert per tuigtype. Hierdoor verschilt ook de selectiviteit voor bemonsterde soorten als functie van het tuig; sommige tuigen zullen vrijwel al het benthos verzamelen (zoals de boxcorer) terwijl andere tuigen alleen geschikt zijn voor bemonstering van bepaalde soorten.

WOT Schelpdiersurvey

De WOT Schelpdierbemonstering is gericht op kwantificering van zowel epibenthos als endobenthos tot een diepte van 7cm. Tijdens de bemonstering wordt de bodemschaaf gebruikt en in de ondiepere gebieden de zuigkor. De bemonsteringen worden vanaf 1993 ieder voorjaar uitgevoerd en zijn primair gericht op dichtheidsbepalingen voor kokkels en halfgeknotte strandschelpen. Voor de huidige studie naar reguleringsmechanismen zijn alle *Annelida* (wormen), *Cnidaria* (neteldieren zoals kwallen) en *Actinaria* (anemonen) buiten beschouwing gelaten omdat aangenomen wordt dat het tuig onvoldoende

selectief is voor goede dichtheidsbepalingen en trends in voorkomen van deze soorten te beschrijven (De Mesel et al 2011, zie ook bijlage 1 voor een lijst soorten).

De WOT Schelpdiersurvey wordt uitgevoerd langs de gehele kustzone. Van de monsterpunten is een selectie gemaakt in het N2000-Voordelta gebied zoals gedefinieerd in het Natura 2000-programma (Figuur 3). Het aantal monsterpunten dat binnen het N2000-Voordelta gebied ligt betreft tussen de 231 en 399 punten, waarbij het exacte aantal kan variëren per jaar, en in de beginperiode van de survey relatief iets meer locaties bemonsterd werden. De monsterpunten zijn over het onderzoeksgebied verdeeld volgens een grid, waarbij voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning het gebied is verdeeld in een aantal strata: gebieden met een verschillende kans of verwachting op het voorkomen van mesheften, strandschelpen en kokkels. Elk bemonsterd punt in de bestandsopname is daarom representatief voor een bepaald oppervlak (Goudswaard et al 2014).

Biomassa (gram versgewicht/m²) en dichtheidsbepalingen (aantal m²) zijn bepaald door een gewogen gemiddelde per soort te berekenen voor het geselecteerde N2000-Voordelta gebied. Hierbij worden de biomassa- en dichtheidsbepalingen gewogen, dus gecorrigeerd, naar strata (oppervlak representatief voor monsterpunt).

MWTL Boxcore survey

In 1991 is er een MWTL Boxcorer monitoring opgezet waarbinnen jaarlijks in het voorjaar 4 locaties gelegen in de Voordelta bemonsterd wordt. Omdat deze survey ruimtelijk een veel geringere dekking heeft dan de WOT Schelpdiersurvey is de analyse toegespitst op soorten die niet meegenomen worden in de WOT Schelpdiersurvey. Soorten die niet meegenomen zijn in de opwerking van MWTL Boxcore survey gegevens betreffen: alle schelpen, krabben, garnalen, zeesterren en hydrozoa. Bijlage 1 geeft voor iedere soort apart weer of deze meegenomen is in de opwerking van MWTL en WOT Schelpdiersurvey gegevens.

PMR survey

In de PMR monitoring is zowel gebruik gemaakt van de boxcorer als van de bodemschaaf. Er is met beide tuigen gemeten in het najaar van 2004, 2005 en 2009 t/m 2013, terwijl in 2007 enkel de boxcorer is ingezet. Craeymeersch & Escaravage (2013) geven aan voor welke taxa biomassa en dichtheidsbepalingen respectievelijk uit de Boxcore dan wel uit de schaafragegevens bepaald kunnen worden. In totaal kwamen 40 van de 374 taxa in beide tuigen voor; voor deze taxa zijn biomassa en aantallen bepaald aan de hand van een verdeelsleutel voor beide typen tuigen (zie Craeymeersch & Escaravage 2013 voor een exacte beschrijving van deze selectie). In de huidige studie naar reguleringsmechanismen is gebruik gemaakt van de dataset zoals deze opgewerkt is door Craeymeersch & Escaravage (2013; gemiddelde per taxa per monsterpunt per jaar).

Tijdens de PMR survey worden er in totaal 402-411 stations bemonsterd. Er zijn gedurende de verschillende jaren enkele veranderingen doorgevoerd in de bemonsteringsopzet waardoor de bemonsteringspunten per jaar iets af kunnen wijken (zie Craeymeersch & Escaravage 2013). In de survey worden 8 deelgebieden onderscheiden (BB_zrb, RefZuid, BB_zra, BB_mond, RefWest_zrb, RefWest_zra, RefZRand, Mvii).

Voor berekening van een gemiddelde per taxa over het gehele Voordelta gebied is een gewogen gemiddelde berekend. Voor deze survey is geen stratum per monsterpunt bekend, maar de wegingsfactor betreft in dit geval het oppervlakte van het deelgebied waarin het monsterpunt gelegen is.

Benthos indices

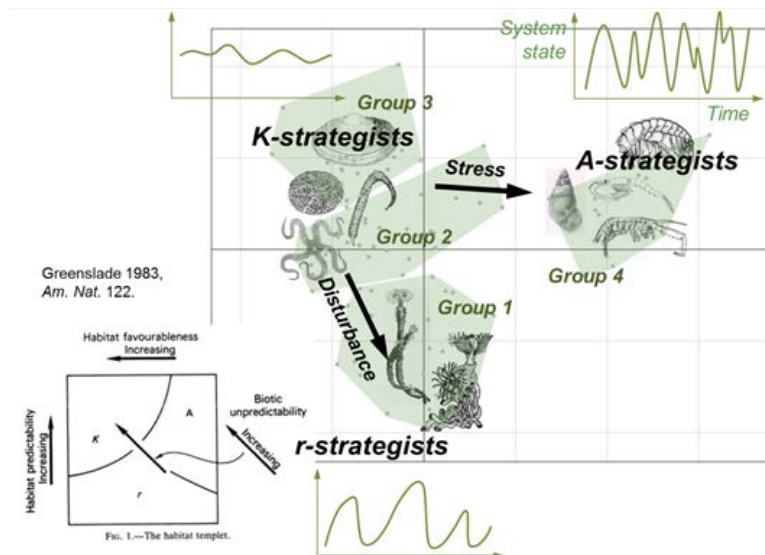
De Benthos data uit de 3 surveys (WOT schelpdier, WMTL Boxcore, PMR Benthos) is op verschillende wijzen opgewerkt en in indices gevat. Hiertoe is data op soort niveau samengevoegd met bestaande indices voor o.a. visserijgevoeligheid en prooi-indices. Vervolgens zijn gemiddelden per index-categorie berekend om trends in de tijd weer te geven. Deze opwerkingen zijn voor ieder van de surveys apart uitgevoerd.

Visserijgevoeligheid

Binnen het DEVOTES project is aan de hand van biologische eigenschappen de gevoeligheid van benthos voor visserij bepaald. Op basis van de biologische eigenschappen zijn vier groepen van soorten bepaald als functie van de gevoeligheid van die soorten voor de intensiteit en de periodiciteit van de veranderingen in de omgevingsfactoren. Vertaald naar visserij-activiteit komt dat neer op de volgende groepering:

- Gevoelig voor visserij: K-strategen zijn typerend voor een omgeving met weinig verandering (groot, langlevend, trage groei, late maturiteit)
- Mogelijk gevoelig voor visserij
- Waarschijnlijk resistent voor visserij: R strategen zijn kortlevend en kennen vroege maturiteit, zijn wel afhankelijk van de periodes van luwte tussen de pieken van verstoring om zich in stand te houden
- Resistent voor visserij: A strategen zijn zeer tolerante soorten (klein, kortlevend, continu en massieve voortplanting)

Beauchard & herman (in prep, zie figuur 4) hebben deze 'DEVOTES' taxonomische lijst gekoppeld aan de taxa met de PMR-NCV dataset waarbij is gezocht naar de laagste gezamenlijke taxonomische niveau. De indeling van de PMR-NCV taxa. Deze indeling is gekoppeld aan de data van alle 3 de surveys. Van de totale biomassa vastgesteld in de WOT, MWTL en PMR survey kan respectievelijk 3%, 12% en 4% niet toegekend worden aan een van de groepen die de gevoeligheid van de soort voor visserij omschrijven.



Figuur 4: Indeling van benthos-subgroepen als functie van de gevoeligheid van die soorten voor de intensiteit en de periodiciteit van de veranderingen in de omgevingsfactoren (Beauchard & Herman, in prep)

Wijze van voedselvergarig

In het BENTHIS project zijn de verschillende benthos taxa ingedeeld naar een tiental eigenschappen (functional traits) op basis van life-history, gedrags- en morfologische kenmerken waarvan verwacht wordt dat deze ecosysteem functies reflecteren (zoals bijv benthisch-pelagische koppeling, koolstof opslag, nutriënten fluxen etc) (Rijnsdorp et al 2013). Eén van de eigenschappen is de wijze van voedselvergarig (feeding mode). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën filtrerende organismen (o.a. schelpdieren), detritus etende organismen (ingegraven versus op de bodem levend), aasdieren, en predatoren. Het is ook mogelijk dat één soort verschillende wijzen van voedselvergarig kan uitoefenen. Zo wordt de worm *Nereis* bijvoorbeeld ingedeeld bij zowel filter, detritus etend bodemlevend, aasdier als predator. In dat geval is er een waarde toekenning bij ieder van de categorieën toegevoegd die gezamenlijk optellen tot een som van 1. In het voorbeeld van *Nereis* betreft dat respectievelijk 0.1, 0.3, 0.3 en 0.3 voor bovengenoemde typering, waarbij dus minder zwaarte wordt gegeven aan de filtrerende capaciteit van *Nereis*. Andere soorten kennen maar één vorm van

voedselvergarings welke dan de waarde 1 krijgt, zoals bijvoorbeeld *Ensis* waarbij de sub-eigenschap 'filtrerend' de waarde 1 toegekend heeft gekregen. De totale biomassa en aantallen per soort zijn in eerste instantie vermenigvuldigd met de waarde toekenning per categorie, vervolgens is een gemiddelde berekend om tot uiteindelijke biomassa en dichtheidsbepalingen per categorie te komen. Van de totale biomassa vastgesteld in de WOT, MWTL en PMR survey kan vrijwel alles (>99%) toegekend worden aan een categorie.

Prooien voor vissen

Tulp et al. (2013) heeft op basis van de maaganalyses gekeken naar de selectie van voedselprooien voor typische vissen. Hiervoor zijn gegevens over visvoorkomen en analyse van maaginhouden van vis (PMR vis) gekoppeld aan soorten geïdentificeerd binnen de PMR Benthos survey. De benthosdata moesten opgewerkt worden naar dezelfde taxonomische niveau's als de maagdata. Uiteindelijk bleek mede daardoor dat bijna alle bodemdieren als prooi aangemerkt konden worden, en de totale biomassa aan prooien voor vis bijna gelijk is als de totale biomassa bodemdieren (Tulp et al 2013). Binnen de huidige studie wordt derhalve de totale biomassa schelpdieren gebruikt als index voor 'prooien voor vissen'.

Prooien voor zee-eenden

Poot et al. (2013) geven aan dat voedselprooien voor zwarte zee-eenden het beste gekarakteriseerd worden door de volgende selectie: Halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*), nonnetjes (*Macoma balthica*), rechtsgestrepte platschelpen (*Tellina fabula*) en witte dunschalen (*Abra alba*) allen met een lengte tussen 15 en 35mm, en zwaardschedes (*Ensis*) met een schelpplengte tussen 40 en 90 mm. In de WOT schelpdiersurvey worden echter geen lengteklassen bepaald voor *Tellina fabula* en *Abra alba*, en voor *Ensis* wordt een grootteclassificatie op basis van schelpbreedte aangehouden waarbij de kleinste categorie (16mm) ongeveer overeenkomt met 12cm schelpplengte. Voor *Spisula* wordt de jaarklasse bepaald (eenjarig of meerjarig), hieruit kan echter geen relatie met lengte (<>15-35mm) bepaald worden.

Prooien voor krabben en zeesterren

Op basis van de BENTHIS classificering (Rijnsdorp et al 2013) zijn voor het habitat type/positie in sediment waarin de organismen leven de gemiddelden berekend per categorie op eenzelfde wijze als hierboven beschreven voor 'Wijze van voedselvergarings'. De categorieën voor het habitat type betreffen surface, infauna 0-5cm, infauna 5-10cm, en infauna >10cm. In aanvulling daarop is een aparte categorie aangemaakt voor krabben en zeesterren welke aangemerkt worden als predatoren (surface_predator). Specifiek betreft dit de soorten *Cancer pagurus*, *Liocarcinus depurator*, *Necora puber*, *Carcinus maenas*, *Pagurus bernhardus*, *Corystes cassivelaunus*, *Thia scutellata*, *Portumnus latipes*, *Hemigrapsus takanoi*, *Macropodia*, *Asterias rubens*, *Ophiura*, *Ophiura ophiura*, *Ophiothrix fragilis*, *Ophiura albida*. Van de totale biomassa vastgesteld in de WOT, MWTL en PMR survey kan vrijwel alles (>99%) toegekend worden aan een categorie.

Opwerking gegevens vis

Beschikbare surveys

Demersal Fish Survey (DFS)

De Demersal Fish Survey wordt ieder najaar (oktober/november) uitgevoerd met als doel het monitoren van jonge schol, tong, garnalen en niet-commerciële bodemvisbestanden. In de Voordelta wordt gebruik gemaakt van een 6m garnalenkor, waarmee trekken van 15 minuten worden uitgevoerd met 2-3 knopen. Het Voordelta gebied valt in het DFS programma in gebied '401'. De bemonstering is diepte-gestratificeerd.

Van de trekken in het gebied '401' is een subselectie gemaakt van de trekken die vallen binnen het Voordelta gebied zoals gedefinieerd in het N2000-programma (Figuur 3). Binnen dit gebied liggen 8-14 DFS-trekken per jaar, voor de jaren 1993-2013. Per trek wordt de biomassa per soort geschat, met

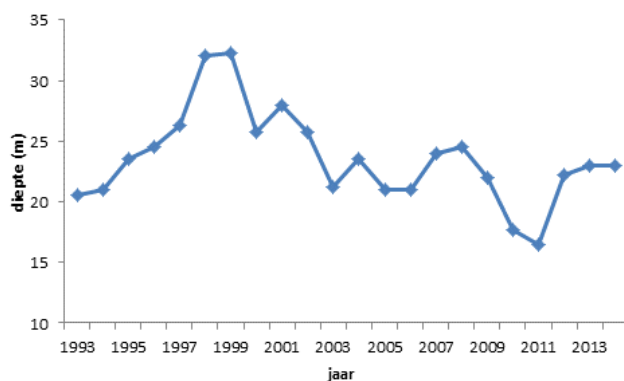
behulp van informatie over aantallen per lengte en lengte-gewicht sleutel (zoals gebruikt binnen het WOT programma). Dit vindt plaats voor alle vissoorten en garnaal (*Crangon crangon* en *Crangon sp.*). Voor een aantal vissoorten wordt op een hoger niveau geaggregeerd, omdat geen betrouwbare soortdeterminatie heeft kunnen plaatsvinden, namelijk voor grondels, zandspieringen en zeenaalden.

Beam Trawl Survey (BTS)

De Beam Trawl Survey (BTS) is primair bedoeld om een visserij-onafhankelijke schatting te leveren van de leeftijdssamenstelling tong en schol in de Noordzee. De survey wordt ieder jaar in augustus/september uitgevoerd met een 8m boomkor, met 2-4 trekken in het ICES-kwadrant waarbinnen de Voordelta valt (32F3). Er wordt gevist met 4 knopen voor 30 minuten per trek. De trekken worden binnen het bevisbare gebied van ieder kwadrant gepositioneerd op een pseudo-willekeurige manier; in ieder kwadrant wordt uit de bevisbare gebieden een keuze gemaakt door de gezagvoerder. Er zijn geen afspraken gemaakt over de afstand tussen trekken, bij meerdere trekken in één kwadrant. In opeenvolgende jaren liggen, waar dat mogelijk is, de trekken binnen een kwadrant op een andere positie.

Van de analyse hier is geen selectie gemaakt van trekken die vallen binnen het Voordelta gebied, omdat de meeste van de 2-4 trekken per jaar buiten het Voordelta gebied vallen (Figuur 3). Per trek wordt de biomassa per soort geschat, met behulp van informatie over aantallen per lengte en lengte-gewicht sleutel (zoals gebruikt binnen het WOT programma). Dit vindt plaats voor alle vissoorten en garnaal (*Crangon crangon* en *Crangon sp.*). Voor een aantal vissoorten wordt op een hoger niveau geaggregeerd, om op hetzelfde aggregatieniveau te werken als bij de DFS analyse (en om de redenen waarom binnen het DFS deze aggregatie heeft plaatsgevonden).

Er wordt in de BTS-opwerking geen rekening gehouden met het diepteprofiel van het gebied. Ook geldt dat de diepte waarop bemonsterd wordt sterk varieert tussen jaren (Figuur 5). Dit kan potentieel grote effecten hebben op de samenstelling van de vangst, omdat verschillende soorten en lengteklassen verschillende diepte-voorkeur kunnen hebben..



Figuur 5: Gemiddelde diepte (in meters) van de BTS trekken in 32F3 per jaar.

PMR

De PMR vissurvey is opgezet om een visserij-onafhankelijke schatting te leveren van de samenstelling van de demersale visgemeenschap in de Voordelta. De survey is in 7 jaren uitgevoerd; 2005, 2007 en 2009-2013. Er is gevist met een garnalenkor volgens de DFS standaardmethode (6 meter kor, 2-3 knopen, trekken van 15 minuten). De trekken worden op vaste locaties uitgevoerd.

In elk jaar is de survey in het voorjaar uitgevoerd en in een deel van de jaren ook in het najaar. De verdeling van de trekken in het gebied is niet gelijk door de jaren heen; trekken zijn afgefallen, verdeeld

over andere locaties of later toegevoegd. Om zoveel mogelijk consistentie door de jaren heen te bewerkstelligen is alleen de voorjaarsurvey (mei-juni) meegenomen en alleen locaties die in het merendeel van de jaren (6-7) zijn bemonsterd. Dit leverde 29-34 trekken per jaar op, allemaal binnen het BB gebied en het referentiegebied (Figuur 3).

Per trek wordt de biomassa per soort geschat, met behulp van informatie over aantallen per lengte en lengte-gewicht sleutel (zoals gebruikt binnen het PMR programma). Dit vindt plaats voor alle vissoorten en garnaal (*Crangon crangon* en *Crangon sp.*). Voor een aantal vissoorten wordt op een hoger niveau geaggregeerd, om op hetzelfde aggregatieniveau te werken als bij de DFS analyse.

Indices voor vis-soortgroepen

Top 90% soorten (DFS & PMR)

Dichtheid in de vangst (kg per hectare) per trek voor de DFS survey is opgewerkt naar totale dichtheid, waarbij rekening wordt gehouden met het diepteprofiel van het gebied. Om de soorten te selecteren die 90% van de visbiomassa representeren, is eerst over de gehele datareeks (1993-2013) per soort de gemiddelde dichtheid in de vangst berekend en daarna de relatieve gemiddelde dichtheid (dichtheid soort A / dichtheid alle soorten). Daarna zijn de soorten met het hoogste dichtheid in de vangst geselecteerd, die samen minimaal 90% van de totale dichtheid opmaken. Hierbij is haring buiten beschouwing gelaten, omdat pelagische soorten niet adequaat bemonsterd worden in demersale surveys. De lijst van top90%-soorten was (in aflopende vangst); wijting, grondels, schar, schol, bot, kabeljauw, tong en zeedonderpad. Voor deze soorten samen is vervolgens de gemiddelde dichtheid per jaar berekend, weer rekening houdend met het diepteprofiel van het gebied.

Om voor de PMR survey de soorten te selecteren die 90% van de visbiomassa representeren, is dezelfde lijst gekozen als bij de DFS analyse. Deze komt niet overeen met de top 90% van de PMR, maar om te kunnen vergelijken is deze toch aangehouden; wijting, grondels, schar, schol, bot, kabeljauw, tong en zeedonderpad. Voor deze soorten samen is vervolgens de vangst per trek opgewerkt naar de gemiddelde dichtheid.

Juveniele platvis (DFS & PMR)

Voor zowel de DFS als de PMR survey zijn als platvis meegenomen de veelvoorkomende platvissoorten bot, dwergtong, griet, schar, schol, tarbot, tong. Juveniele vis is gedefinieerd als 0-jarige en 1-jarige vis. Een schatting van de lengtegrens tussen 1-jarige en oudere vis is gemaakt op basis van informatie uit de PMR vissurvey. Op het oog is bepaald bij welke lengte het merendeel van de vis ouder dan 1 jaar wordt geacht (tabel x). Voor griet en tarbot was geen geschikte leeftijdsinformatie binnen het PMR project aanwezig en is gebruik gemaakt van een wetenschappelijk artikel (van der Hammen et al. 2013). Vangst van de jonge platvis (kg per hectare) per trek is opgewerkt naar dichtheid per jaar, waarbij bij de DFS survey rekening gehouden is met het diepteprofiel van het gebied.

Tabel x. Grenzen per platvissoort voor leeftijden 0-/1-jarig ('juveniel') en ouder ('adult')

Soort	Maximale lengte (cm) van 0-/1-jarige vis	Soort	Maximale lengte (cm) van 0-/1-jarige vis
Bot	27	Schol	24
Dwergtong	8	Tarbot	30
Griet	32	Tong	22
Schar	18		

Adulte platvis (BTS)

Zoals bij de DFS analyse zijn als platvis meegenomen de veelvoorkomende platvissoorten Bot, Dwergtong, Griet, Schar, Schol, Tarbot, Tong. Adulte vis is gedefinieerd als vis van 2-jaar en ouder. De lengte-leeftijdgrenzen zijn gelijk aan die van de DFS analyse (tabel x). Vangst van de adulte platvis (kg per hectare) per trek is gemiddeld naar dichtheid per jaar.

Opwerking gegevens bodemberoerende visserij

De visserij in de Voordelta bestaat voornamelijk uit boomkorvisseren en in mindere mate bordenvissers. Ook vindt er lijnvisserij, staandwant visserij en fuikenvisserij plaats. Vooral de boomkorvisserij heeft een duidelijke impact op de bodem, en het is deze visserij die hier is onderzocht.

De meest voorkomende boomkorvisserijen in de Voordelta zijn de boomkorvisserij (met 260-300 pk) vissend op platvis (maaswijdte 70-99 mm) en vissend op garnaal (maaswijdte 16-31 mm). Een boomkorschip vissend op platvis trekt twee sleepnetten over de zeebodem waarbij de vangst vooral bestaat uit platvis. De netten worden opgehouden door een stalen balk, die de boom wordt genoemd. Aan de uiteinden van deze boom zitten zware stalen glijders (sloffen, een soort sleeën) die over de zeebodem glijden. Aan deze glijders zijn meerdere rijen kettingen (wekkerkettingen) bevestigd die over de grond slepen en zo de platvis uit het zand op laten schrikken. De glijders en wekkerkettingen veroorzaken bodemberoering. De boomkor en kettingen zijn gemiddeld 4.5 meter breed. Een schip trekt zodoende in totaal 9 meter breed tuig voort. Bij garnalen(boom)korren wordt net als bij de gewone boomkor aan iedere kant van het schip een net voortgesleept over de bodem. Garnalenkorren zijn lichter in gewicht dan boomkorren. Bovendien zijn deze niet voorzien van wekkerkettingen, maar van klossenpezen die over de bodem rollen. Hierdoor is de bodemberoering minder groot dan bij boomkorren. De breedte van een garnalenkor is 4.5 of 9 meter.

De visserij-inspanning van deze vloten is geschat op basis van VMS ('Vessel Monitoring by Satellite') gegevens, welke gekoppeld zijn aan de logboekgegevens (tuig, pk en aanlandingen) van de individuele schepen. VMS-gegevens zijn sinds 2005 verplicht voor ieder schip groter dan 15m en sinds 2012 voor schepen groter dan 12m.

Lange termijn: logboekgegevens

De ruimtelijke schaal waarop visserijintensiteit gerapporteerd werd voordat de VMS verplicht werd gesteld (2005) is vele malen groter, namelijk per ICES kwadrant (30x30mijl, 56x56km). Logboek gegevens zijn al verzameld vanaf de jaren '70 maar echt operationeel werd het pas in 1995 toen de VIRIS database bij het ministerie werd geïntroduceerd. In de periode daartussen zijn logboekgegevens bekend, maar die zijn op dit moment nog niet digitaal beschikbaar. Ondanks dat de schaal van dit soort logboekgegevens geaggregeerd is per ICES kwadrant kunnen deze wel inzicht geven in algemene trends en verwachte veranderingen in visserijintensiteit in de Voordelta.

Kortetermijn: VMS

Binnen het PMR onderzoeksprogramma zijn schattingen gemaakt van de visserij-inspanning voor de jaarreeks waarbinnen de PMR bemonstering valt (2004-2013). Hierbij is de Voordelta in een raster verdeeld met vakken van 50x50 meter. VMS registraties die geassocieerd konden worden met actief vissende schepen (met vaarsnelheid als proxy voor actief vissen) zijn geaggregeerd per vak. Het VMS systeem zendt elke twee uur een signaal met locatie, snelheid en richting van het schip. Om de positie in de tussenliggende periode te schatten, is de geostatistische methode 'kriging' gebruikt (in R, met R package Spatstat version 1.8-6. Voor een uitgebreide uitleg van de opwerking, zie Tulp et al. 2013. Hiermee wordt een schatting gemaakt van het bevestigd oppervlak voor alle vakken tussen twee VMS-registratielocaties in. Vervolgens is de inspanning per vak gesommeerd over alle schepen, voor de twaalf maanden voorafgaand aan de benthosurvey; september tot en met augustus. De visserij-inspanning is

berekend als het bevist oppervlak binnen een vak, gedeeld door het totaal oppervlak van het vlak (250 m²). Vervolgens is de visserij-inspanning gemiddeld over alle vakken; de gemiddelde visserij-inspanning in de Voordelta. Dit is uitgevoerd voor het Voordelta gebied zoals aangehouden binnen de PMR analyses (dit gebied is iets anders/groter dan het N2000 Voordelta gebied, Figuur 3).

Opwerking gegevens zee-eenden

De MWTL monitoring van zee-eenden wordt sinds 1993 iedere winter uitgevoerd om de ontwikkelingen in overwinterende Eiders, Zwarte Zee-eenden, Grote Zee-eenden en Toppereenden in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee te bepalen. Deze tellingen vormen tevens een onderdeel van de internationale midwintertelling van watervogels en worden per vliegtuig uitgevoerd. Data gebruikt in de huidige analyse betreffen de aantalsontwikkeling van zwarte zee-eenden in de Voordelta, weergegeven als het seizoensmaximum (Bron: INBO en Arts 2013).

Recent worden in het kader van PMR specifieke tellingen verricht (Poot et al. 2006). De ontwikkelingen (aantallen, gebiedsgebruik, verspreiding) in de aantallen zee-eenden in het afbakeningsgebied in de Voordelta worden bepaald met vliegtuigtellingen en observaties vanaf land. De zee-eenden aanwezig in de Voordelta maken deel uit van een NoordWest Europese populatie. De observaties zijn tweemaal per maand gedurende het gehele jaar uitgevoerd in de periode 2004-2006 en 2008-heden, en betreffen de Zwarte Zee-eend, Eider en Grote Zee-eend.

Opwerking gegevens zeezoogdieren

In deze analyse wordt aangenomen dat de grootte van de vispopulatie niet bepalend is voor de dichtheden zeezoogdieren maar dat andere factoren bepalend zijn voor de populatie zeezoogdieren in de Voordelta (Aarts et al., 2013). Aan de andere kant wordt er aangenomen dat de hoeveelheden zeezoogdieren wel een top-down regulering uit kunnen oefenen op de visdichtheden.

Het verspreidingsgebied van veel soorten, en met name van zeehonden en bruinvissen, is vele malen groter dan de Voordelta. De schattingen voor dichtheden van deze soorten moeten daarom ook vooral gezien worden als een index voor trends tussen jaren, en niet zozeer als absolute dichtheden in de Voordelta.

Zeehonden

De (WOT) monitoring van zeehonden vindt vanaf 1959 gestandaardiseerd plaats door middel van vliegtuigtellingen; hierbij worden sinds het begin de ontwikkelingen in gewone zeehonden populaties gevolgd en vanaf 2001 worden ook voor de grijze zeehonden monitoringsvluchten uitgevoerd (Brasseur et al. 2013, website¹). Om de groei van de populaties te bepalen, worden de maximale aantallen zeehonden in de verharingsperiode geteld, voor gewone en grijze zeehonden respectievelijk in augustus en in maart/april. In beide periodes worden tellingen van de populatie uitgevoerd. Tijdens de geboorte- en zoogperiode zijn vrouwtjes en hun jongen zichtbaar. Tijdens de verharingsperiode in augustus zijn de jongen van dat jaar al verhaard en zullen relatief minder tijd op de zandbank doorbrengen. De telling omvat daarom vooral mannetjes en vrouwtjes van 1 jaar en ouder. Omdat in de verschillende seizoenen andere groepen uit de populatie worden geteld, maar vooral omdat dieren maar een deel van de tijd op de kant liggen, is al af te leiden dat op geen enkel tijdstip in het jaar de gehele populatie op de zandbanken wordt gezien. Daarom is de telling een index voor de werkelijke aantallen in het gebied. De index kan wel gebruikt worden om bijvoorbeeld de groei van de populatie te volgen. De gerapporteerde data wordt veelal geaggregeerd naar gebied (Waddenzee versus Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta).

¹<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1231-Gewone-en-grijze-zeehond-in-Waddenzee-en-Deltagebied.html?i=19-135>

De zeehondenpopulatie in de Delta, reproduceert onvoldoende om de populatie in stand te houden, en het voortbestaan van de populatie is dus afhankelijk van migratie uit andere gebieden (Wadden, UK, Frankrijk, België).

Bruinvissen

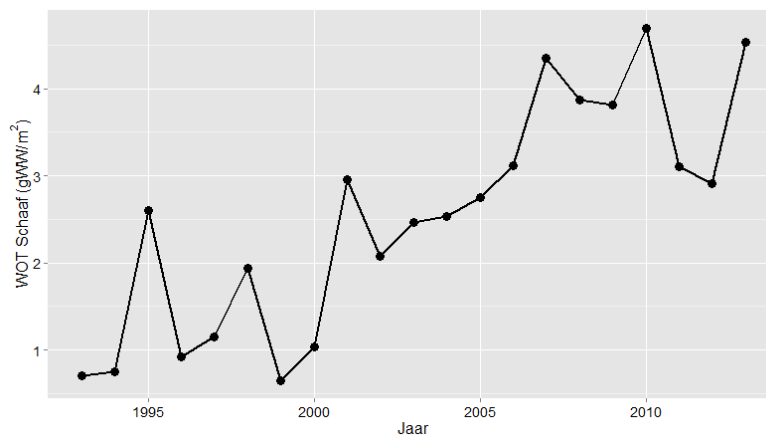
Bruinvissen zijn een zeer mobiele soort die zich niet enkel ophoudt in de Voordelta maar een veel groter verspreidingsgebied heeft. Er zijn van 2010 tot en met 2013 voorjaarstellingen uitgevoerd voor het gehele NCP, daarnaast is er in de zomer van 2011 en 2014 een NCP-dekkende survey gedaan (Geelhoed et al. 2014). Data gebruikt in de huidige analyse betreft jaarlijkse dichtheidsschattingen voor het gehele Delta gebied dat vele malen groter is dan het N2000-voordeltagebied.

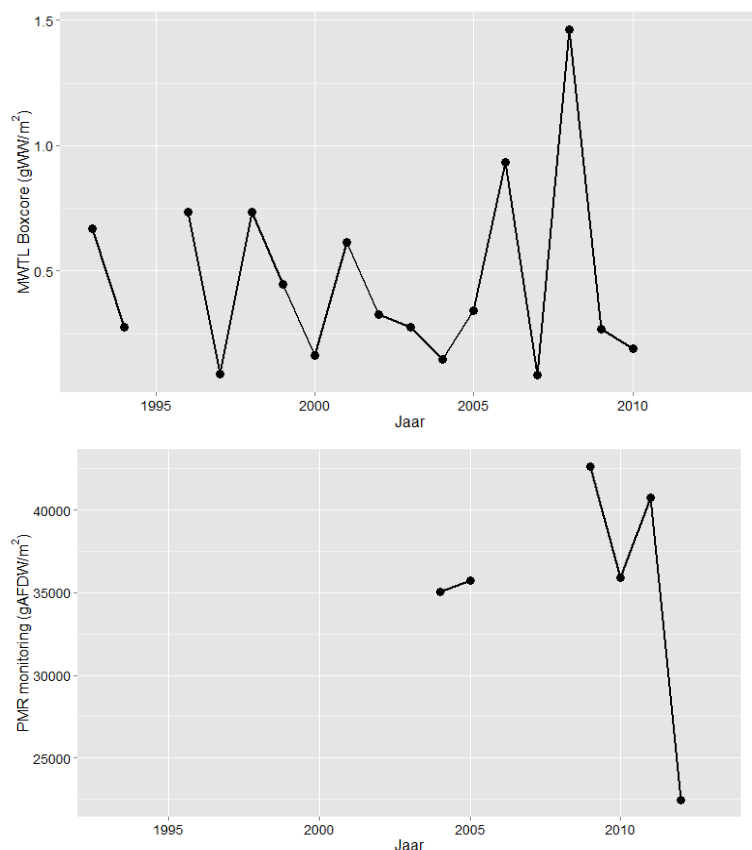
4. Resultaten

Opwerking van gegevens

Na de opwerking van de benthosdata is gebleken dat de MWTL boxcore data voor het benthos simpelweg te weinig monsters binnen het relevante gebied bevat. Het resultaat is dat de 'tijdserie' in sterke mate worden bepaald door toeval, en dat trends in de tijd niet zichtbaar zijn. Ter illustratie is de tijdserie van suspension feeders in het benthos weergegeven voor de drie bronnen van data (Figuur 6). De WOT schaaftdata laat een duidelijke trend zien, met name tussen 2000 en 2010. In de andere twee datasets is deze trend niet zichtbaar. De hoge mate van jaar op jaar fluctuaties in de MWTL data, en het ontbreken daarvan in de WOT wekt verder de indruk dat eerstgenoemde sterk wordt bepaald door stochasticiteit als gevolg van het (zeer) lage aantal monsters (4) waar elk jaar op is gebaseerd. De PMR bemonstering bestaat uit meer monsters, en een combinatie van schaaft en boxcore, maar beslaat slechts een zeer beperkt aantal jaren. Daardoor kan deze data met name ter ondersteuning dienen.

Tijdseries van alle opwerkingen zijn terug te vinden in Bijlage 3.





Figuur 6: Vergelijking van patronen in suspension feeders in de 3 datasets waarvoor deze opwerking is gedaan: MWTL bemonstering met een boxcore, data uit de jaarlijkse WOT schelpdiersurvey met de IMARES bodemschaaf en data met gecombineerde tuigen uit de PMR bemonstering gericht op het vaststellen van veranderingen in het bodembeschermingsgebied.

Nutriënten limitatie

Bij het vaststellen van bottom-up regulering, is het van belang te kijken naar de limiterende nutriënt. Dus: wordt de groei van fytoplankton geremd door een gebrek aan stikstof, of fosfaat? Hoewel dit een complexe vraag is (Riegman 1995), kan een indicatie worden verkregen door de N:P ratio in het water te bepalen. Als deze ratio hoger is dan 16, de zogenaamde Redfield ratio, dan is vaak sprake van fosfaatlimitering (Redfield 1934). Zo niet, dan is dat een aanwijzing voor stikstoflimitatie. In de voordelta lijkt over het algemeen sprake van fosfaatlimitatie, behalve in de allereerste jaren van de meetreeks. Ook daar blijft de Redfield ratio echter dicht in de buurt van 16, en daarom is gekozen de rest van de analyse alleen met fosfaat uit te voeren. Dit is in overeenstemming met Troost et al. (2014) die lieten zien dat langs de Nederlandse kust de fytoplankton productie vanaf de jaren '60 voornamelijk fosfaat gelimiteerd is, terwijl in de eerste helft van de twintigste eeuw het fytoplankton stikstof gelimiteerd was.

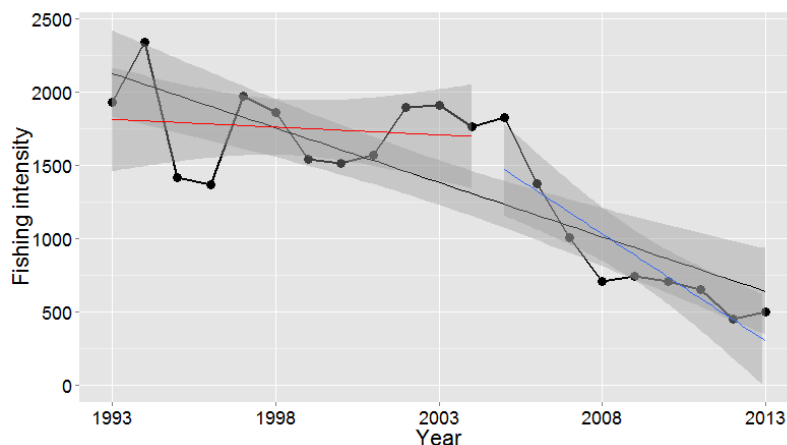
Over de keuze voor fosfaat- of stikstof-vracht als basis voor de analyse is, ondanks de redenering hierboven discussie mogelijk. Zo kan de limiterende nutriënt over het jaar variëren en kan de concentratie van beide nutriënten zo hoog zijn dat feitelijk lichtlimitatie optreedt. In het algemeen kan wel worden gesteld dat door de sterke daling in de P-vrachten, en de minder sterke daling in de N-vrachten, de kans op fosfaatlimitatie in de tijd toeneemt.

De keuze voor N- of P-vracht heeft nauwelijks consequenties voor de uitkomsten van de analyse, omdat beide tijdseries zeer sterk aan elkaar gerelateerd zijn (pairwise correlatie, $R=0.92$, $p<0.001$).

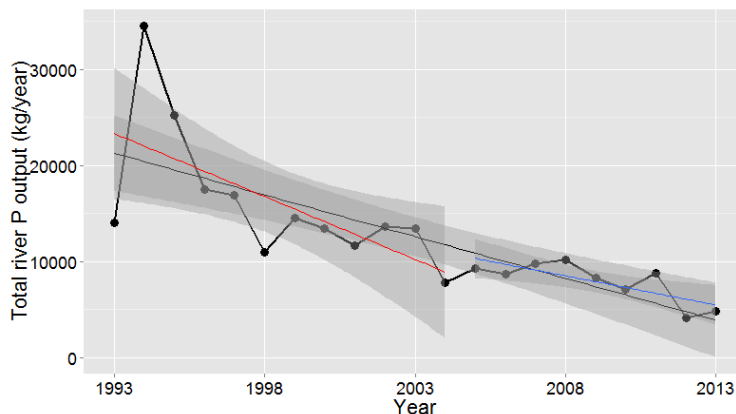
Patronen van sturende factoren in de tijd

De twee factoren van het systeem aan de hand waarvan we onderscheid kunnen maken tussen top-down en bottom-up regulering zijn de aanvoer van de limiterende nutriënt en de visserij. Beiden zijn in de tijd sterk afgenomen (Figuur 7 en Figuur 8). Dit is problematisch, omdat resultaten dan niet eenduidig aan een verandering in een van de twee gerelateerd kunnen worden. Echter, met name visserij vertoont een relatief stabiele periode (t/m 2004) en een periode van snelle afname (2005 e.v.). In de totale P-influx is juist de snelste verandering te zien in de vroege periode. Hoewel in de latere fase nog steeds een afname plaatsvindt, is deze minder snel dan daarvoor.

Vanwege deze scheiding in de mate van verandering, is er voor gekozen de eerste periode te onderzoeken op signalen van bottom-up regulering, en de tweede periode op signalen van top-down regulering. Het achterliggende idee van deze manier van werken is dat top-down regulering beter vast te stellen is aan de hand van een verandering van de sterfte van predatoren (vis neemt af door bevissing), terwijl bottom-up regulering beter is vast te stellen bij een verandering van de input van nutrienten. Het splitsen van de tijdserie in de gekozen periodes leidt tot een zuiverder 'behandeling' aan de hand waarvan het type regulering kan worden vastgesteld. Omdat bij bottom-up regulatie ingrepen 'van bovenaf' niet van belang zijn, verwachten we dat de relatief (tov de latere periode) hoge visserij-druk in de eerste periode geen effect zal hebben op de visstand, en dat visserij dus ook het eventuele bottom-up signaal niet zal verstoren.



Figuur 7: tijdreeks van visserij-intensiteit in de Voordelta. De zwarte lijn is een lineair verband tussen tijd en visserij voor de hele periode, de rode en blauwe lijn zijn dat voor de periode 1993-2004 resp. 2005-2013. Te zien is dat de splitsing leidt tot een relatief stabiele vroege periode en een latere periode van relatief snelle afname.

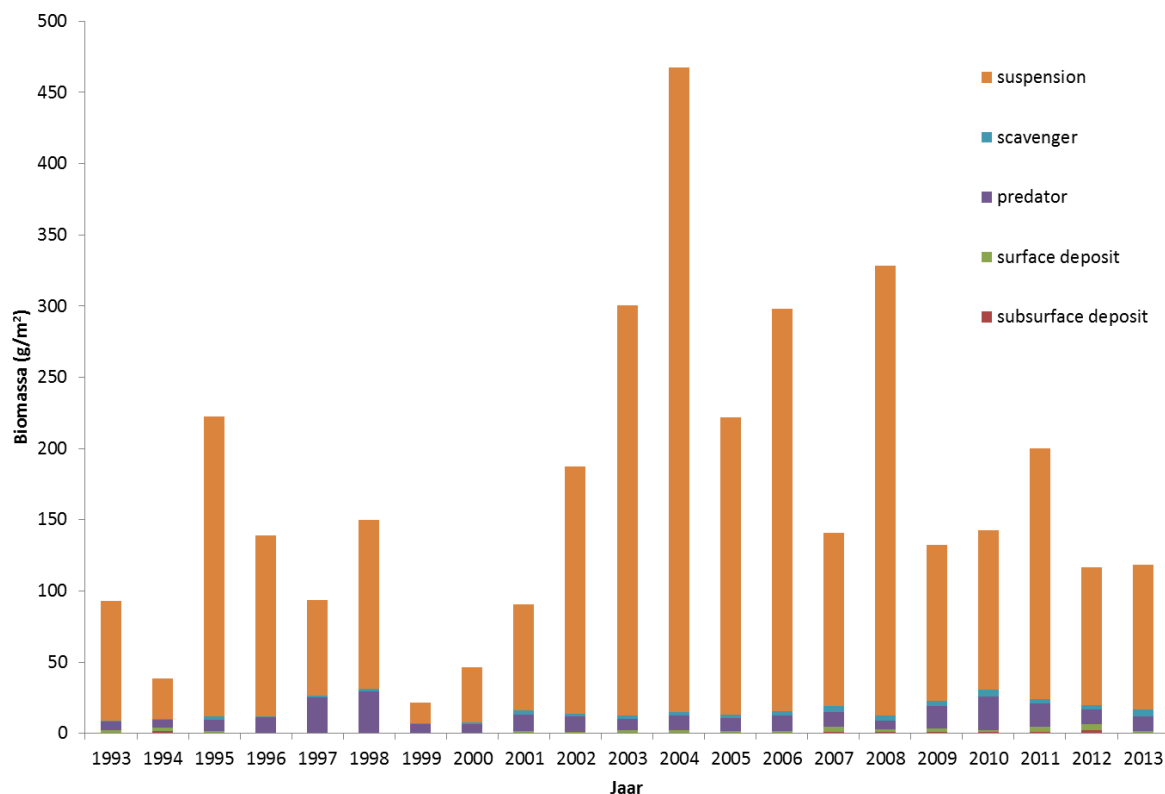


Figuur 8: tijdreeks van totale riviervracht van fosfor in de Voordelta. De zwarte lijn is een lineair verband tussen tijd en visserij voor de hele periode, de rode en blauwe lijn zijn dat voor de periode 1993-2004

resp. 2005-2013. Te zien is dat de splitsing leidt tot een vroege periode met relatief snellere, en een latere periode met relatief tragere afname.

Samenstelling van Benthosgroepen

Het benthos in de Voordelta wordt in termen van biomassa sterk gedomineerd door suspension feeders, die zich voeden door fytoplankton uit de waterkolom te filteren (Figuur 9).



Figuur 9: Trends in biomassa-verdeling van benthos in de Voordelta (bemonsterd met de IMARES bodemschaaf in het kader van de WOT schelpdiersurvey). De bodemschaaf is bij uitstek geschikt voor het bemonsteren van schelpdieren, die vrijwel altijd 'suspension feeders' zijn, waardoor mogelijk een deel van de dominantie van deze groep wordt veroorzaakt.

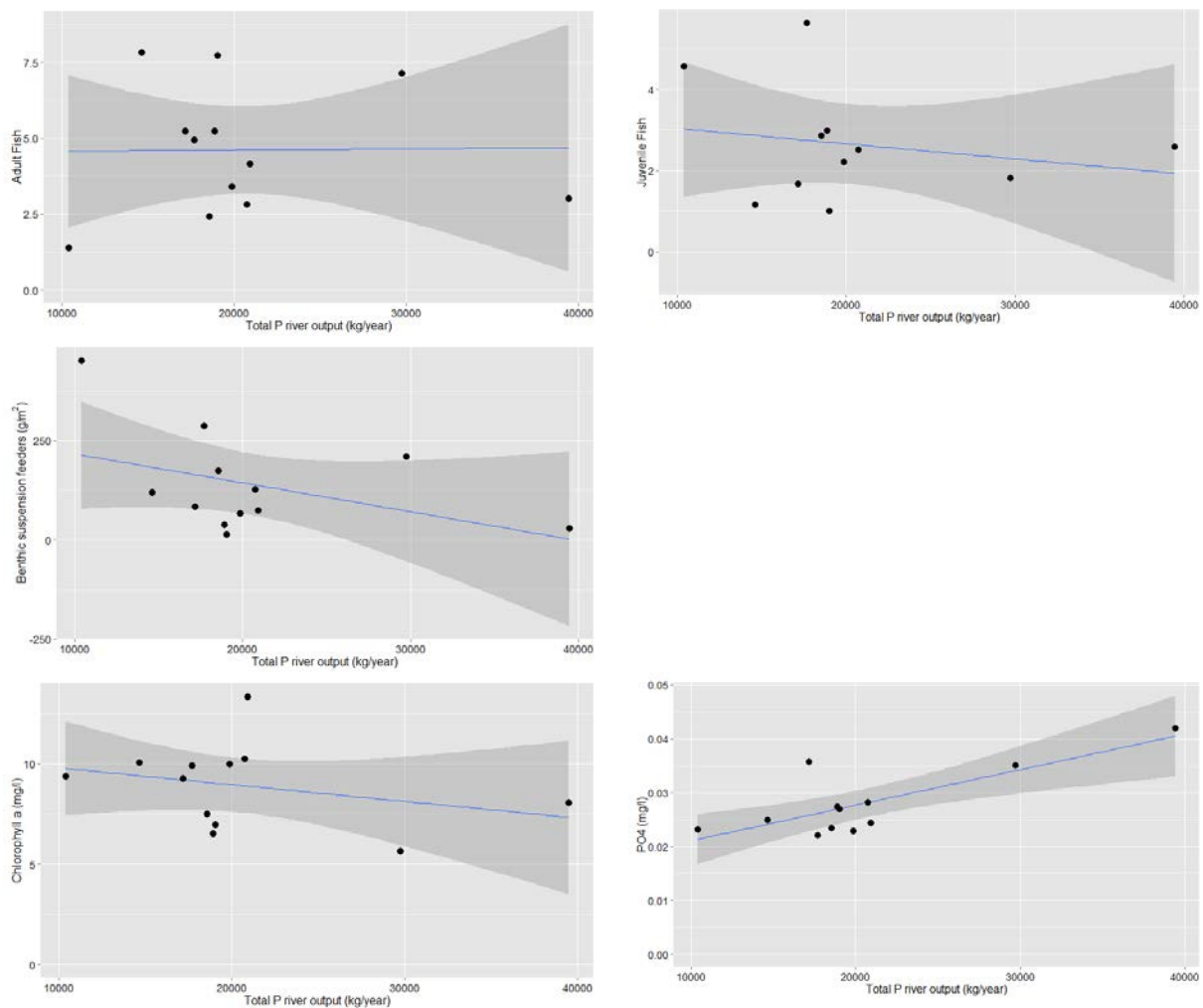
In relatie tot bottom-up regulering is het van belang om vast te stellen of suspension feeders worden gedreven door veranderingen in de beschikbaarheid van fytoplankton. Hiervoor kijken we naar de hoeveelheid 'suspension feeders'. Echter, niet alle suspension feeders zijn noodzakelijk ook potentieel voedsel voor vis. Om te bepalen of de hoeveelheid vis reageert op de hoeveelheid beschikbare prooi, moet dus een andere benthos-selectie worden gemaakt. De eerste twee categorieën, 'suspension feeders' en 'prooi voor vis' zijn (in de WOT schelpdiersurvey) echter zeer sterk aan elkaar gerelateerd (lineaire regressie, $R^2 > 0.99$, $p < 0.001$, $\text{slope} \approx 0.997$). Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de dominantie van *Ensis spp.* in de biomassa.

Een derde selectie is nodig om te bepalen in hoeverre het benthos gevoelig is voor visserij, omdat taxa hierin sterk verschillen (Bergman & van Santbrink, 2000). Ook de selectie van 'visserij-gevoelige' benthos biomassa komt, voor de WOT schelpdiersurvey en de PMR benthosurvey, sterk overeen met zowel de 'suspension feeders' (WOT: lineaire regressie, $R^2 > 0.9$, $p < 0.001$, $\text{slope} \approx 0.98$; PMR Benthos: $R^2 > 0.9$, $p < 0.01$, $\text{slope} \approx 1.05$) als met de 'prooi voor vis' selectie (WOT: lineaire regressie, $R^2 > 0.9$, $p < 0.001$, $\text{slope} \approx 0.98$; PMR benthosurvey: $R^2 > 0.9$, $p < 0.01$, $\text{slope} \approx 0.97$).

Feitelijk zijn de 3 categorieën dus uitwisselbaar. Dit vereenvoudigt de interpretatie van de resultaten en versterkt de kans een eventueel aanwezige 'trophic cascade' te vinden. In de verdere analyse wordt voor de volledigheid wel steeds de correcte categorie gebruikt.

Periode 1993-2004: signalen voor bottom-up regulering?

Voor deze periode zijn de veranderingen in de verschillende trofische niveaus gerelateerd aan veranderingen in de jaarlijks door de Maas en Rijn aangevoerde P (Figuur 10).

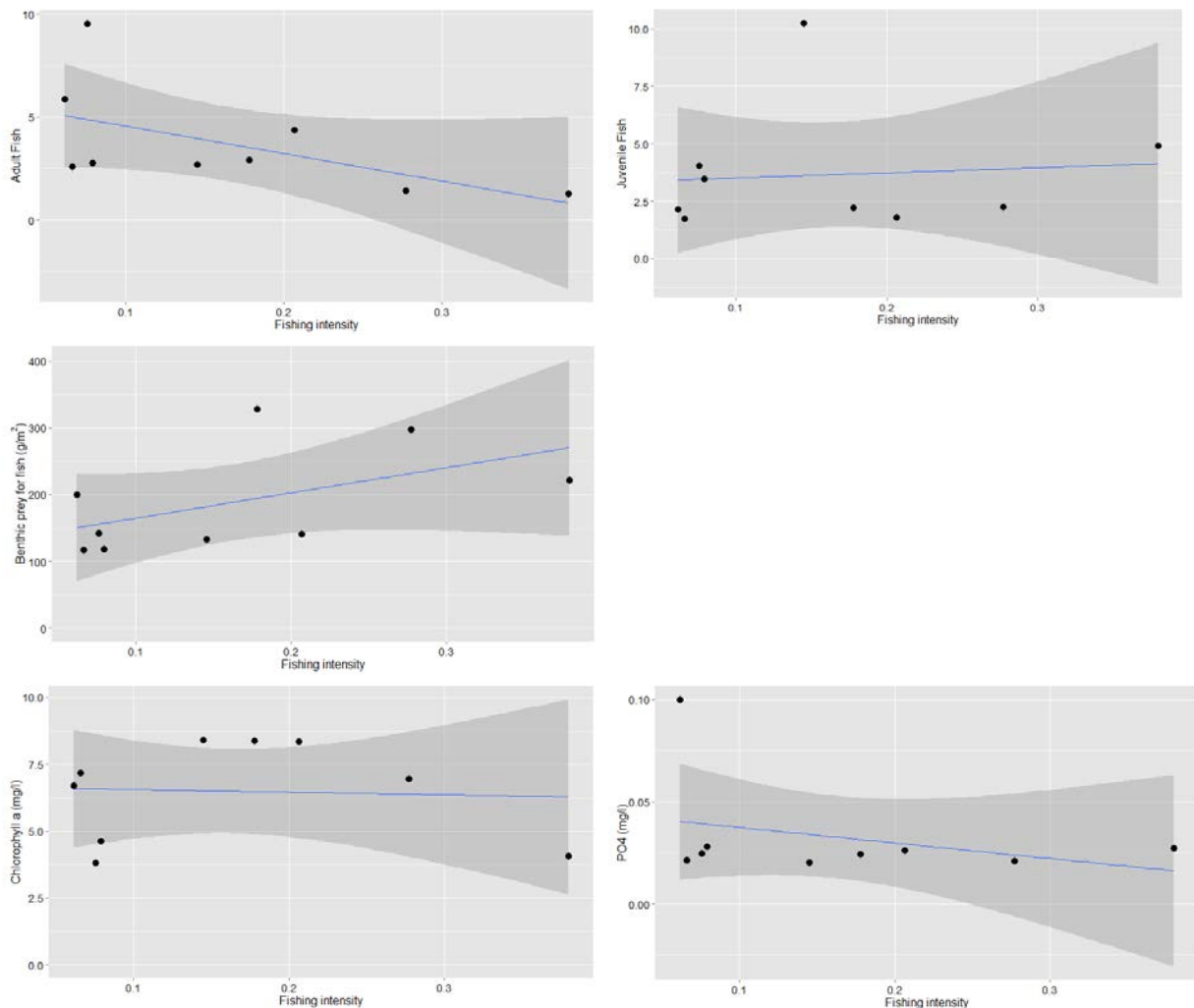


Figuur 10: Relatie van fosfaat, chlorophyll, suspension feeding benthos, juveniele vis en adulte vis met de totale jaarlijkse P-vracht van de Rijn en Maas in de periode 1993-2004. Blauwe lijnen zijn lineaire regressie, grijze banden geven de 95% betrouwbaarheidsinterval van de regressie.

In een bottom-up gedreven systeem zou de richting van alle lineaire regressies positief moeten zijn (zie ook figuur 1), dus hogere waarden bij hogere P-vracht. Dit is uitsluitend het geval voor de fosfaatconcentratie in het water. Geen van de biologische variabelen reageert volgens de verwachting in een bottom-up gereguleerd systeem. Van alle relaties in Figuur 10 is ook uitsluitend die tussen de fosfaatvracht en fosfaatconcentratie in het water significant (lineaire regressie, adjusted $R^2=0.5695$, $p<0.01$). Voor alle overige relaties geldt dat $p>0.1$. Een alternatieve methode om trophic cascades vast te stellen is om te kijken naar de paarsgewijze correlaties tussen opeenvolgende trofische niveaus (Daskalov et al. 2007). Deze aanpak is onderzocht, maar levert hier echter geen andere uitkomsten op. De resultaten daarvan worden daarom niet verder behandeld.

Periode 2005-2013: signalen voor top-down regulering?

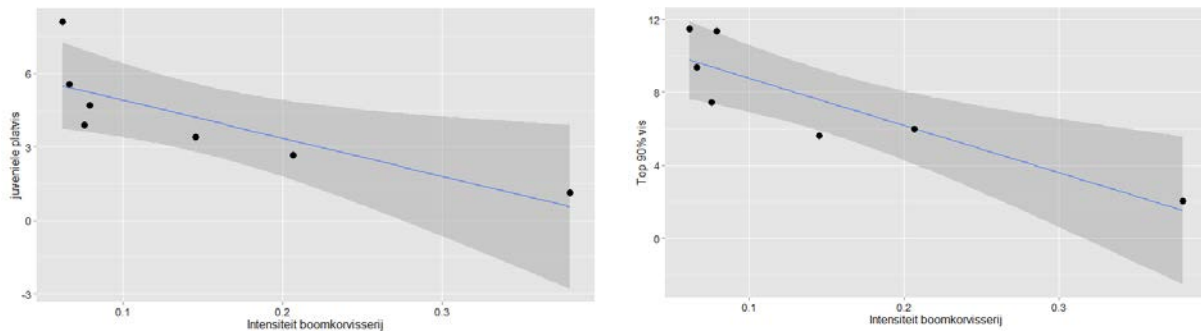
Voor deze periode zijn de veranderingen in de verschillende trofische niveaus gerelateerd aan veranderingen in de jaarlijkse visserij-intensiteit (Figuur 11).



Figuur 11: Relatie van fosfaat, chlorofyl, voor vis eetbaar benthos, juveniele vis en adulte vis met intensiteit van boomkorvisserij in de periode 2005-2013. Blauwe lijnen zijn lineaire regressie, grijze banden geven de 95% betrouwbaarheidsinterval van de regressie.

Geen van de in Figuur 11 getoonde lineaire verbanden is significant (lineaire regressie, $p > 0.1$). Wanneer de y-variabelen logaritmeisch worden getransformeerd, is de relatie tussen visserij-intensiteit en adulte vis wel significant (lineaire regressie, $p < 0.05$). De richting van de relaties van bevissingintensiteit en adulte vis en benthos zijn in overeenstemming met de verwachting voor een top-down gereguleerd systeem. Ondersteuning van dit patroon komt uit de PMR visbemonstering, die slechts in een beperkt aantal jaren heeft plaatsgevonden, maar wel met een hogere intensiteit binnen de Voordelta. Zowel de juveniele platvis (Lineaire regressie, $p < 0.05$) als de 'top 90% vis' (Lineaire regressie, $p < 0.01$) vertonen een significant negatief verband met de intensiteit van de boomkorvisserij (Figuur 12). Zoals altijd bij correlatieve analyses, moet worden opgemerkt dat een relatie nog geen causaal verband impliceert. Het is niet uit te sluiten dat hier slechts sprake is van een samenvallen van onafhankelijke trends.

In het geval van sterke top-down regulering zou een verhoging van de hoeveelheid vis moeten leiden tot meer consumptie van hun prooi, en dus tot een verminderd voorkomen van die prooi. De relatie tussen bevissing en benthische prooien duidt op top-down regulering (Figuur 11), maar is niet significant. Er is ook geen significante relatie tussen prooibiomassa en het voorkomen van vis (Noch in de MWTL, noch in de PMR bemonstering).



Figuur 12: Het voorkomen van juveniele vis en 'top 90%' vis in de PMR visbemonstering in de Voordelta, in relatie tot de intensiteit van de boomkorvisserij (punten zijn metingen in 2005, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)

Ook overige elementen in het ecosysteem, met name zeehonden en zwarte zee-eenden zijn onderzocht. Beiden laten in de tijd (sinds 2005) een positieve trend zien (zie bijlage 2). Van zeehonden is bekend dat ze hun voedsel voornamelijk verder uit de kust op de Noordzee verzamelen (S. Brasseur, Pers comm.), en een causaal verband tussen hun voorkomen en het voorkomen van vis in de Voordelta is dus niet te verwachten. Zeehonden zijn echter wel gevoelig voor verstoring op hun rustplaatsen (zandplaten) en kunnen last hebben van veel visserij-intensiteit. Inderdaad vinden we een significante negatieve relatie tussen boomkorvisserij en het voorkomen van zeehonden (lineaire regressie, $p < 0.05$). Met garnalenvisserij, die is toegenomen (zie bijlage 2) vinden we echter geen relatie. Hoewel het niet is onderzocht, lijkt het onwaarschijnlijk dat zeehonden veel minder last hebben van garnalenvisserij dan van boomkorvisserij, en daarom kan ook de (positieve) relatie tussen boomkorvisserij en het voorkomen van zeehonden zeker niet zonder meer als causaal worden aangemerkt.

Hetzelfde patroon vinden we voor zwarte zee-eenden. Een toename die in de tijd samenvalt met een afname van de boomkorvisserij leidt tot een (bijna significante) positieve relatie, wat zou kunnen duiden op herstel vanwege afgenomen verstoring. Echter, we vinden tegelijk een bijna-significante *positieve* relatie met garnalenvisserij, die in de tijd toeneemt. Omdat het verstoringseffect van garnalenvisserij niet wezenlijk anders is dan dat van boomkorvisserij, moet ook hier worden geconcludeerd dat van een causaal verband zeer waarschijnlijk geen sprake is.

5. Discussie

Regulering

De resultaten van deze studie geven geen eenduidig beeld van de regulering van de Voordelta. Toch zien we meer aanwijzingen voor top-down dan voor bottom-up regulering. Voor de laatste variant is uitsluitend de (overwegend fysische) relatie tussen fosfaatvracht van Rijn en Maas en de fosfaatconcentratie in het water in overeenstemming met bottom-up regulering. Alle biologische relaties zijn in de tegengestelde richting. Voor bottom-up cascades is de verwachting dat de magnitude van de relatie met nutriënten-input niet afneemt (Figuur 1), wat het gebrek aan significante patronen in de overige trofische niveaus als argument tegen bottom-up regulering versterkt. Voor top-down regulering is de verwachting dat de sterkte van het 'signaal' van visserij afneemt naarmate we naar de lagere trofische niveaus kijken, wat een mogelijke verklaring is voor het ontbreken van significantie in alle trofische niveaus lager dan vis. Een harde keuze voor top-down of bottom-up regulering is niet mogelijk, maar alles overziend zijn er meer aanwijzingen voor top-down dan voor bottom-up regulering.

In de latere periode (2005-2013, Figuur 8 & 9), waarin we gezocht hebben naar top-down regulering, zou in principe bottom-up regulering ook een rol kunnen spelen, omdat de aanvoer van nutriënten in

deze periode, hoewel minder hard dan daarvoor, nog steeds afneemt (Figuur 5). Dit is een mogelijk additionele oorzaak voor het ontbreken van een duidelijk top-down effect in de lagere trofische-niveaus.

Een effect van visserij (zowel boomkor- als garnalenvisserij) op het als gevoelig geclassificeerde benthos is niet gevonden. In een top-down gereguleerd systeem, waar de aanwezigheid van vis een negatief effect heeft op de aanwezigheid van prooi-benthos, zou zo'n effect kunnen worden gemaskeerd doordat visserij tegelijk de visstand en het benthos negatief beïnvloedt, terwijl de afname van vis juist tot meer benthos leidt. Het directe effect (schade, sterfte en bijvangst) en het indirecte effect (minder vis en dus minder predatie) van visserij op benthos kunnen elkaar dus deels opheffen (van Denderen et al., 2013, Figuur 2). Dit effect is te detecteren door te kijken naar de effecten op de visserij-resistente fractie van het benthos en de gevoelige fractie, en die op te delen in 'prooi voor vis' en 'geen prooi voor vis'. In de Voordelta is echter vrijwel alle benthos biomassa zowel geschikt visvoer als visserij-gevoelig. Deze grote mate van overlap leidt er toe dat het netto effect van visserij op benthos zeer klein is, en dus nauwelijks aantoonbaar. De gevonden resultaten zijn dus niet in tegenspraak met dit mechanisme, maar kunnen ook niet als bewijs voor dit mechanisme worden aangevoerd.

Een (academisch) interessant scenario zou zijn als de Voordelta in de toekomst juist sterker bevist zou worden, maar met een tuig dat vis aan het systeem onttrekt, maar geen (of veel minder) effect heeft op het benthos (zoals vaak wordt aangenomen van de pulskor-visserij). In dat geval zou een 'zuiverder' trophic cascade kunnen ontstaan, wanneer visserij leidt tot minder vis, minder consumptie van benthos, en dus meer benthos.

Significantie

Voor het gebrek aan significante relaties in de resultaten (WOT schelpdiersurvey) zijn twee globale mogelijke oorzaken, die elkaar niet uitsluiten.

1. De respons van het systeem is te zwak om met de beschikbare gegevens zichtbaar te kunnen maken
2. Vanwege eigenschappen van het ecosysteem is regulering niet op deze manier te detecteren.

De eerste mogelijke oorzaak is deels methodologisch van aard, in de zin dat hoe meer gegevens, hoe kleiner het effect is dat nog aangetoond kan worden. Aan de andere kant is de mate van ruis (willekeurige fluctuaties) in de omgeving ook bepalend voor de hoeveelheid gegevens die nodig is om een aanwezig patroon aan te kunnen tonen. Het is moeilijk om aan te geven in hoeverre een tekort aan gegevens ten grondslag ligt aan het gebrek aan significantie, omdat we niet weten hoe sterk het onderliggende patroon is.

De andere oorzaak van het gebrek aan significantie betekent in feite dat het verband er eenvoudigweg niet is. Hiervoor zijn een aantal mogelijke mechanismen aan te wijzen, die met name te maken hebben met het verzwakken van de koppeling tussen opeenvolgende trofische niveaus. Het voorkomen van trofische cascades is afhankelijk van een sterke functionele en numerieke koppeling tussen opeenvolgende trofische niveaus, en een verzwakking van die koppeling maakt dus ook het vinden van een (significant) patroon minder waarschijnlijk. De volgende mogelijke 'verzwakkingen' liggen voor de hand:

- De getijde- en reststroom verzwakken de koppeling tussen fytoplankton en filter feeders in het benthos. Benthische filter feeders eten immers het fytoplankton in een veel grotere dan alleen de lokale watermassa, waardoor het effect van consumptie op de dichtheid van het plaatselijke fytoplankton wordt verdund.
- De aanwezigheid van mobiele taxa, dus met name vis, hangt niet alleen af van de sterfte (door visserij) en voedselbeschikbaarheid lokaal, dus in de Voordelta, maar ook van de voedselsituatie elders. Zo kan het voorkomen dat ondanks lage visserij er elders zo veel te eten is, dat de Voordelta toch een relatief onaantrekkelijke locatie is.

- Zowel voor vis als voor veel benthos-soorten geldt dat de reproductie via een pelagiaal ei- en/of larvaal stadium plaatsvindt. Hierdoor is de aanwas van deze soorten in de Voordelta (deels) losgekoppeld van de hoeveelheid die aanwezig is. Hierdoor wordt de dynamiek van zulke soorten in de tijd 'losgekoppeld', wat ook de koppeling tussen trofische niveaus kan verminderen.
- Het directe effect van visserij op benthos kan een top-down effect van vis op benthos (gedeeltelijk) compenseren, waardoor laatstgenoemde relatie zwakker wordt.

Een laatste, meer algemene vraag is of de ruimtelijke- en temporele schaal waarop dit onderzoek is uitgevoerd wel de juiste is. Van de onderzochte variabelen zijn tijdseries gemaakt op basis van data in of dicht bij de Voordelta, terwijl veel van deze variabelen (met name visserij, vis, fytoplankton) zich vrijelijk bewegen over de grenzen van het gebied. Dit levert ruis op in de tijdseries, omdat een deel van de tijdseries wordt bepaald door immigratie en emigratie, terwijl er in de analyse van wordt uitgegaan dat alle veranderingen worden bepaald door sterfte en aanwas. We zijn er in deze analyse echter ook van uit gegaan dat de Voordelta geen 'speciaal gebied' is, anders dan dat specifiek daar onze interesse ligt. De veronderstelling is dat gevonden trends in de tijd in vis, visserij, etcetera, ook gelden in gebieden rondom de Voordelta. Met andere woorden, we gaan er van uit dat de gevonden patronen in de Voordelta een afspiegeling zijn van wat op grotere ruimtelijke schaal gaande is. De tijdschaal die we gekozen hebben is enerzijds een weerspiegeling van het ritme van de data-verzameling (WOT schelpdier survey, DFS, BTS), anderzijds een resultaat van de randvoorwaarden (in tijd en geld) van dit project.

6. Conclusies

- Met de beschikbare data is geen eenduidig antwoord te geven op de vraag of de Voordelta top-down of bottom-up gereguleerd is.
- Er zijn iets meer aanwijzingen voor top-down regulering dan voor bottom up regulering.
- Er zijn een aantal potentiële mechanistische verklaringen waarom het type regulering mogelijk moeilijk is vast te stellen.
- De combinatie van een toegenomen hoeveelheid vis en afgenomen intensiteit van boomkorvisserij, in een systeem dat overwegend top-down gereguleerd lijkt, is een mogelijke verklaring voor het ontbreken van effecten op benthos.
- Het niet eenduidig kunnen aantonen van het ene of het andere type regulering kan ook komen door een gebrek aan gegevens, zodat signalen niet kunnen worden onderscheiden van toevalsfluctuaties.

7. Implicaties

De natuurcompensatie in de Voordelta voor de aanleg van de 2^e Maasvlakte is gebaseerd op het verhogen van de benthos biomassa door het verlagen van de directe benthos-sterfte die visserij veroorzaakt. Er kan echter geen relatie worden vastgesteld tussen benthos biomassa en visserij-intensiteit. In deze studie worden aanwijzingen gevonden voor top-down regulering van het ecosysteem, en in een top-down gereguleerd ecosysteem kan het zijn dat indirecte effecten van visserij (via het effect op vis en het effect van vis op benthos), het directe effect van visserij op benthos teniet doen (van Denderen et al. 2013, van Kooten 2014). Dit is een potentiële mechanistische verklaring voor het niet reageren van het benthos op verminderde boomkorvisserij, die ten tijde van het instellen van de maatregelen om visserij terug te dringen nog niet geïdentificeerd was.

8. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

9. Referenties

- Aarts, G.M. ; Brasseur, S.M.J.M. ; Geelhoed, S.C.V. ; Bemmelen, R.S.A. van; Leopold, M.F., 2013. Grey and harbour seal spatiotemporal distribution along the Dutch West coast. IMARES, 2013
- Badding & Adema 2013. PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta, Eindrapport 2009-2013: Deel B5 Perceel Abiotiek, 111p.
- Baptist H.J.M. & Meininger P.L. (red.) 1996. Vogels van de Voordelta 1975-95. Rapport RIKZ-96.018. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Baum, J. K. and B. Worm. 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology* **78**:699-714.
- Beauchard O. & Herman P.M.J., in preparation. A typology of marine benthic macroinvertebrates discriminating life-history strategies on continental shelves.
- Brasseur SMJM, JSM Cremer, EM Dijkman & JP Verdaat, 2013. Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee 2002-2012, Wageningen, WOT Natuur & Milieu, Wot-werkdocument 352
- Craeymeersch JA, V Escaravage, J Steenbergen, J Wijsman, S Wijnhoven & B Kater, 2006. De bodemfauna in het Nederlands deel van de Scheldemonding
- Daskalov, G. M., A. N. Grishin, S. Rodionov, and V. Mihneva. 2007. Trophic cascades triggered by overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **104**:10518-10523.
- De Mesel, J Craeymeersch, J Jansen & C van Zweeden, 2011. Biodiversiteit, verspreiding en ontwikkeling van macrofauna soorten in de Nederlandse wateren. IMARES Rapport C022/11
- Geelhoed SCV, M Scheidat & RSA van Bemmelen, 2014. Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013. IMARES Report number C027/14
- Leopold M.F., Baptist H.J.M., Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De zwarte zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* **68**: 49-64.
- Philippart CJM, van Aken HM, Beukema JJ, Bos OG, Cade'e GC, & Dekker R, 2003. Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnol. Oceanogr*, **48**(6), 2171-2185
- Poot M.J.M., Heunks, C., Prinsen, H.A.M., van Horssen, P.W. & Boudewijn T.J. 2006. Zee-vogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2; Per-ceel 4: Vogels. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Rijnsdorp, A.D., M. van Stralen, D. Baars, R. van Hal, H. Jansen, M. Leopold, P. Schippers en E. Winter. 2006. Rapport inpassing visserijactiviteiten compensatiegebied MV2, IMARES Rapport C047/06.
- Seegers HCM , J Schuur, I Tulp & NT Hintzen, 2013. PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta, Eindrapport 2009-2013: Deel B1 Visserij, 18p.
- Tulp, I., L. J. Bolle en A. D. Rijnsdorp (2008). Signals from the shallows: In search of common patterns in long-term trends in Dutch estuarine and coastal fish. *Journal of Sea Research* **60**(1-2): 54-73.
- Tulp I, N Tien & C van Damme, 2013. PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta, Eindrapport 2009-2013: Deel B3 Perceel Vis, 149p.
- Van der Veer HW, RJ Feller, A Weber & J Witte, 1998. Importance of predation by crustaceans upon bivalve spat in the intertidal zone of the Dutch Wadden Sea as revealed by immunological assays of gut contents. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **231** 139- 157
- Ware, D. M. and R. E. Thomson. 2005. Bottom-up ecosystem trophic dynamics determine fish production in the northeast Pacific. *Science* **308**:1280-1284.
- Hairston, N. G., F. E. Smith, and L. B. Slobodkin. 1960. Community structure, population control, and competition. *American Naturalist* **94**:421-425.
- Heath, M. R., D. C. Speirs, and J. H. Steele. 2014. Understanding patterns and processes in models of trophic cascades. *Ecology Letters* **17**:101-114.
- Kaiser, M. J., K. R. Clarke, H. Hinz, M. C. V. Austen, P. J. Somerfield, and I. Karakassis. 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Marine Ecology Progress Series* **311**:1-14.
- Oksanen, L., S. D. Fretwell, J. Arruda, and P. Niemela. 1981. Exploitation ecosystems in gradients of primary productivity. *American Naturalist* **118**:240-261.

- Redfield, A. C. 1934. On the proportions of organic derivations in sea water and their relation to the composition of plankton. Pages 177–192 in R. J. Daniel, editor. James Johnstone Memorial Volume. University Press of Liverpool.
- Riegman, R. 1995. Nutrient-related selection mechanisms in marine phytoplankton communities and the impact of eutrophication on the planktonic food web. *Water Science and Technology* 32:63-75.
- van Denderen, P. D., T. van Kooten, and A. D. Rijnsdorp. 2013. When does fishing lead to more fish? Community consequences of bottom trawl fisheries in demersal food webs. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 280.
- van der Hammen, T. en Poos, J-J. H.J.M van Overzee, H.J.L. Heessen, A. Magnusson, A.D. Rijnsdorp, 2013. Population ecology of turbot and brill: what can we learn from two rare flatfish species? *Journal of Sea Research* 84:96-108.
- van Kooten, T. 2014. Boomkorvisserij: hoe voedselweb-interacties op de zeebodem het succes van visserijmaatregelen kunnen bepalen. IMARES Rapport C127/14.

10.Verantwoording

Rapport C095/15

Projectnummer: 4302500409

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

Akkoord: Dr. J.A.M. Craeymeersch
Collega onderzoeker

Handtekening:



Datum: 9 oktober 2015

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben
Hoofd afdeling Vis

Handtekening:



Datum: 9 oktober 2015

11. Bijlagen

Bijlage 1: Soorten selectie schelpdierbemonstering

Tabel B1: Soorten selectie voor de WOT en MWTL schelpdierbemonstering (x=soorten meegenomen voor analyse, -=soorten niet meegenomen in analyse, lege cel=soort komt niet voor in betreffende dataset). Zie ook sectie 3.2.3.

TaxonName	WOT	MWTL	TaxonName	WOT	MWTL	TaxonName	WOT	MWTL	TaxonName	WOT	MWTL
Abra alba	x	-	Epitonium	x		Mya arenaria	x	-	Scrobicularia plana	x	
Abra prismatica	x		Epitonium clathrus	x		Mya truncata	x		Semibalanus balanoides	x	
Abra tenuis	x		Eriocheir sinensis	x		Mytilus		-	Sigalion mathildae		x
Acanthocardia	x		Eteone longa		x	Mytilus edulis	x		Siphonocetes kroyeranus		x
Acanthocardia echinata	x		Eumida sanguinea		x	Nassariinae	x		Sipuncula		x
Acanthocardia paucicostata	x		Eunereis elitoralis		x	Nassarius nitidus	x		Spio filicornis		x
Actiniaria	-		Eunereis longissima		x	Nassarius reticulatus	x	x	Spio goniocephala		x
Ammodytes	x		Eunoe nodosa		x	Naticidae	x		Spio martinensis		x
Amphilocheus		x	Euspira catena	x		Necora puber	x		Spiophanes bombyx		x
Amphiura filiformis	x	x	Euspira nitida	x	x	Nemertea		x	Spisula elliptica	x	
Angulus fabula		-	Euzonus flabelligerus		x	Nephtys		x	Spisula solida	x	
Angulus tenuis		-	Gammaridae		x	Nephtys caeca		x	Spisula subtruncata	x	-
Anthozoa		x	Gastrosaccus spinifer		x	Nephtys cirrosa		x	Sthenelais limicola		x
Aphelochaeta marioni		x	Glycera		x	Nephtys hombergii		x	Streblospio shrubsolei		x
Aphrodita aculeata	-		Haplotaenia		x	Notomastus latericeus		x	Syllidae		x
Asterias		-	Harmothoe		x	Nototropis falcatus		x	Synchelidium maculatum		x
Asterias rubens	x		Hasturion arenarius		x	Ophiotrix fragilis	x		Tellinella ferruginea	x	-
Asteroidea		-	Hemigrapsus takanoi	x		Ophiura	x	-	Tellina fabula	x	
Atylus swammerdami		x	Heteromastus filiformis		x	Ophiura albida	x		Tellina tenuis	x	
Bathyporeia elegans		x	Hydrozoa	-	-	Ophiura ophiura	x	-	Tellininae	x	
Bathyporeia guilliamsoni		x	Hydrozoa	-	-	Orchomenella nana		x	Thia scutellata	x	
Bathyporeia pelagica		x	Hydrozoa	-	-	Owenia fusiformis		x	Thracia phaseolina		-
Bathyporeia tenuipes		x	Kurtiella bidentata		x	Pagurus bernhardus	x		Tubificoides diazi		x
Bivalvia	x		Lagis koreni		x	Paraonis fulgens		x	Urothoe brevicornis		x
Bodotria scorioides		x	Lanice conchilega		x	Pectinaria	-		Urothoe poseidonis		x
Buccinum undatum	x		Leucothoe incisa		x	Pericardium longimanus		x	Venerupis	x	
Cancer pagurus	x		Liocarcinus		-	Petricularia pholadifor		-	Venerupis corrugata	x	-
Capitella capitata		x	Liocarcinus arcuatus		x	Petricularia pholadiformis	x		Venerupis senegalensis		x
Caprellidae		x	Liocarcinus depurator	x		Petricularia pholadiformis	x				
Carcinus maenas	x	-	Liocarcinus holsatus	x		Petricularia pholadiformis	x				
Cerastoderma edule	x		Liocarcinus marmoreus	x		Pholoe baltica		x			
Chaetozona setosa		x	Liocarcinus navigator	x		Pholoe minuta		x			
Chamelea striatula	x		Lutaria lutaria	x	-	Phoronida		x			
Cochlodoma praetenuis		-	Macoma balthica	x	-	Phyllodoce		x			
Corbula gibba	x		Macropodia	x		Pinnotheres pisum	x				
Corophium		x	Mactra	x		Poecilochaetus serpens		x			
Corystes cassivelaunus	x	-	Mactra stultorum	x	-	Polydora		x			
Crangon	x		Magelona filiformis		x	Pontocrates altamarinus		x			
Crangon crangon		-	Magelona johnstoni		x	Pontocrates arcticus		x			
Crassostrea gigas	x		Magelona mirabilis		x	Pontocrates arenarius		x			
Crepidula fornicata	x		Magelona papillicornis	x		Portunus latipes	x				
Diastylis bradyi		x	Majidae	x		Potamopyrgus antipodaru		x			
Diogenes pugilator	x		Malmgreniella lunulata		x	Psammocinus miliaris	x				
Donax vittatus	x		Malmgreniella marphysa		x	Pseudocuma longicorne		x			
Echinidae	x		Mediomastus fragilis		x	Pycnogonum littorale	x				
Echinocardium		x	Megaluropus agilis		x	Pygospio elegans		x			
Echinocardium cordatum	x		Mesopodopsis slabberi		x	Sagartia troglodytes	-				
Ensis	x	-	Mimochlamys		-	Schistomysis		x			
Ensis directus		-	Modiolus		-	Scolecopsis squamata		x			
			Mya	x		Scoloplos armiger		x			

Bijlage 2: Alle opgewerkte datareeksen

Onderstaande tabel is de legenda bij de daaropvolgende figuren. De nummers in de tabel komen overeen met die in de figuren.

NR	Type	Monitoring	Index	Categorie	Opwerking	Paramete	Unit
						r	
1	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan bentos monitoring	DIN	mg l-1
2	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan bentos monitoring	O2	mg l-1

3	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	PO4	mg l-1
4	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	PON	mg l-1
5	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	Tem	Celsius
6	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	Total_N	mg l-1
7	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	Total_P	mg l-1
8	Abiotiek	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	ZS	mg l-1
9	Abiotiek	Rivier Afvoer			Opw1: Maas+Rijn:jaar voorafgaand aan benthos monit	Total_N	Kg jaar-1
10	Abiotiek	Rivier Afvoer			Opw1: Maas+Rijn:jaar voorafgaand aan benthos monit	Total_P	Kg jaar-1
11	Abiotiek	Rivier Afvoer			Opw2: Maas+Rijn+Seine:jaar voorafgaand aan benthos	Total_N	Kg jaar-1
12	Abiotiek	Rivier Afvoer			Opw2: Maas+Rijn+Seine:jaar voorafgaand aan benthos	Total_P	Kg jaar-1
13	Benthos	MWTL	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Boxcore					
14	Benthos	MWTL	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Boxcore					
15	Benthos	MWTL	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
		Boxcore					
16	Benthos	MWTL	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Boxcore					
17	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Boxcore					
18	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Boxcore					
19	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
		Boxcore					
20	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Boxcore					
21	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Boxcore					
22	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Boxcore					
23	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
		Boxcore					
24	Benthos	MWTL	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Boxcore					
25	Benthos	MWTL	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Boxcore					
26	Benthos	MWTL	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Boxcore					
27	Benthos	MWTL	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
		Boxcore					
28	Benthos	MWTL	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Boxcore					
29	Benthos	MWTL	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Boxcore					
30	Benthos	MWTL	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Boxcore					
31	Benthos	MWTL	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
		Boxcore					

32	Benthos	MWTL Boxcore	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
33	Benthos	MWTL Boxcore	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Aantallen	n m-2
34	Benthos	MWTL Boxcore	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Aantallen	
35	Benthos	MWTL Boxcore	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Biomassa	gr TWW m-2
36	Benthos	MWTL Boxcore	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Biomassa	
37	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen	n m-2
38	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen	
39	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa	gr TWW m-2
40	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa	
41	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	n m-2
42	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	
43	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Biomassa	gr TWW m-2
44	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Biomassa	
45	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	n m-2
46	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	
47	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Biomassa	gr TWW m-2
48	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Biomassa	
49	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen	n m-2
50	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen	
51	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa	gr TWW m-2
52	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa	
53	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	n m-2
54	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	
55	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Biomassa	gr TWW m-2
56	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Biomassa	
57	Benthos	MWTL Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten Aantallen	n m-2
58	Benthos	MWTL	Visserij-	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten Aantallen	

		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
59	Benthos	MWTL	Visserij-	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht			m-2	
60	Benthos	MWTL	Visserij-	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
61	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2	
		Boxcore	gevoeligheid						
62	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen		
		Boxcore	gevoeligheid						
63	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid					m-2	
64	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid						
65	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
66	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
67	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht			m-2	
68	Benthos	MWTL	Visserij-	Resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
69	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2	
		Boxcore	gevoeligheid						
70	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen		
		Boxcore	gevoeligheid						
71	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid					m-2	
72	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid						
73	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
74	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
75	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht			m-2	
76	Benthos	MWTL	Visserij-	Unknown	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
77	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2	
		Boxcore	gevoeligheid						
78	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen		
		Boxcore	gevoeligheid						
79	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid					m-2	
80	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid						
81	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
82	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
83	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	gr TWW	
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht			m-2	
84	Benthos	MWTL	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				

85	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Lanice	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2
		Boxcore		conchilega		uitgelicht			
86	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Lanice	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	
		Boxcore		conchilega		uitgelicht			
87	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Lanice	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	gr TWW
		Boxcore		conchilega		uitgelicht			m-2
88	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Lanice	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	
		Boxcore		conchilega		uitgelicht			
89	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2
		Boxcore		latericeus		uitgelicht			
90	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	
		Boxcore		latericeus		uitgelicht			
91	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	gr TWW
		Boxcore		latericeus		uitgelicht			m-2
92	Benthos	MWTL	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	
		Boxcore		latericeus		uitgelicht			
93	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Boxcore	Voedselvergaring						
94	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Boxcore	Voedselvergaring						
95	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW
		Boxcore	Voedselvergaring						m-2
96	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Boxcore	Voedselvergaring						
97	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Boxcore	Voedselvergaring						
98	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Boxcore	Voedselvergaring						
99	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW
		Boxcore	Voedselvergaring						m-2
100	Benthos	MWTL	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Boxcore	Voedselvergaring						
101	Benthos	MWTL	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Boxcore	Voedselvergaring						
102	Benthos	MWTL	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Boxcore	Voedselvergaring						
103	Benthos	MWTL	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW
		Boxcore	Voedselvergaring						m-2
104	Benthos	MWTL	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Boxcore	Voedselvergaring						
105	Benthos	MWTL	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Boxcore	Voedselvergaring						
106	Benthos	MWTL	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Boxcore	Voedselvergaring						
107	Benthos	MWTL	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW
		Boxcore	Voedselvergaring						m-2
108	Benthos	MWTL	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Boxcore	Voedselvergaring						
109	Benthos	MWTL	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Boxcore	Voedselvergaring						
110	Benthos	MWTL	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Boxcore	Voedselvergaring						
111	Benthos	MWTL	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW

		Boxcore	Voedselvergaring				m-2
112	Benthos	MWTL	Wijze	Suspension	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Boxcore	Voedselvergaring				
113	Benthos	MWTL	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Boxcore	Voedselvergaring				
114	Benthos	MWTL	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Boxcore	Voedselvergaring				
115	Benthos	MWTL	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW
		Boxcore	Voedselvergaring				m-2
116	Benthos	MWTL	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Boxcore	Voedselvergaring				
117	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Schaaf/Boxcore					
118	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore					
119	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore					
120	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore					AFDW
							m-2
121	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	
		Schaaf/Boxcore					
122	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore					
123	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore					
124	Benthos	PMR	Habitat	infauna__10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore					AFDW
							m-2
125	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Schaaf/Boxcore					
126	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore					
127	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore					
128	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore					AFDW
							m-2
129	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	
		Schaaf/Boxcore					
130	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore					
131	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore					
132	Benthos	PMR	Habitat	infauna_0_5cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore					AFDW
							m-2
133	Benthos	PMR	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
		Schaaf/Boxcore					
134	Benthos	PMR	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore					
135	Benthos	PMR	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore					

136	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	infauna_5_10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	mg AFDW m-2
137	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	infauna_5_10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	
138	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	infauna_5_10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
139	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	infauna_5_10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	
140	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	infauna_5_10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	mg AFDW m-2
141	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
142	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
143	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
144	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	mg AFDW m-2
145	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	
146	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
147	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	
148	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	mg AFDW m-2
149	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface_predator	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	
150	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface_predator	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
151	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface_predator	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	
152	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	surface_predator	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	mg AFDW m-2
153	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	
154	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
155	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
156	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	mg AFDW m-2
157	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	unknown	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	
158	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Habitat	unknown	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
159	Benthos	PMR	Habitat	unknown	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	

		Schaaf/Boxcore							
160	Benthos	PMR	Habitat	unknown	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	mg		
		Schaaf/Boxcore					AFDW		
							m-2		
161	Benthos	PMR	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Aantallen			
		Schaaf/Boxcore							
162	Benthos	PMR	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Aantallen	n m-2		
		Schaaf/Boxcore							
163	Benthos	PMR	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Biomassa			
		Schaaf/Boxcore							
164	Benthos	PMR	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Biomassa	mg		
		Schaaf/Boxcore					AFDW		
							m-2		
165	Benthos	PMR	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Aantallen			
		Schaaf/Boxcore							
166	Benthos	PMR	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Aantallen	n m-2		
		Schaaf/Boxcore							
167	Benthos	PMR	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Biomassa			
		Schaaf/Boxcore							
168	Benthos	PMR	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Biomassa	mg		
		Schaaf/Boxcore					AFDW		
							m-2		
169	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen			
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid						
170	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen	n m-2		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid						
171	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa			
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid						
172	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa	mg		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid				AFDW		
							m-2		
173	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
174	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
175	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
176	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht		AFDW		
							m-2		
177	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
178	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
179	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
180	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig-Echinocardium	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht		AFDW		
							m-2		
181	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig-Ensis	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				
182	Benthos	PMR	Visserij-	Gevoelig-Ensis	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid		uitgelicht				

183	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Ensis	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	
184	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Ensis	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	mg AFDW m-2
185	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Mya	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	
186	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Mya	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2
187	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Mya	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	
188	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Mya	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	mg AFDW m-2
189	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	
190	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2
191	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	
192	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	mg AFDW m-2
193	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	
194	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2
195	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	
196	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	mg AFDW m-2
197	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	
198	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2
199	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	
200	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig-Nephtys	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	mg AFDW m-2
201	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	
202	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2
203	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	
204	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	mg AFDW m-2
205	Benthos	PMR Schaaf/Boxcore	Visserij- gevoeligheid	Resistent	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	
206	Benthos	PMR	Visserij-	Resistent	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2

		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
207	Benthos	PMR	Visserij-	Resistent	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
208	Benthos	PMR	Visserij-	Resistent	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht			AFDW	
									m-2	
209	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid							
210	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid							
211	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid							
212	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid						AFDW	
									m-2	
213	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
214	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
215	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
216	Benthos	PMR	Visserij-	Unknown	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht			AFDW	
									m-2	
217	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid							
218	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid							
219	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid							
220	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw1:	indeling volgens DEVOTES		Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid						AFDW	
									m-2	
221	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
222	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
223	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht				
224	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid			uitgelicht			AFDW	
									m-2	
225	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent-Lanice	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid	conchilega		uitgelicht				
226	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent-Lanice	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid	conchilega		uitgelicht				
227	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent-Lanice	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid	conchilega		uitgelicht				
228	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent-Lanice	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg	
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid	conchilega		uitgelicht			AFDW	
									m-2	
229	Benthos	PMR	Visserij-	Waarsch resistent-Notomastus	Opw2:	DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen		
		Schaaf/Boxcore	gevoeligheid	latericeus		uitgelicht				

230	Benthos	PMR	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore		latericeus		uitgelicht			
231	Benthos	PMR	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore		latericeus		uitgelicht			
232	Benthos	PMR	Visserij-gevoeligheid	Waarsch	resistent-Notomastus	Opw2: DEVOTES+dominante	soorten	Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore		latericeus		uitgelicht			AFDW m-2
233	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
234	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
235	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
236	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_subsurface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						AFDW m-2
237	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
238	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
239	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
240	Benthos	PMR	Wijze	Deposit_surface		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						AFDW m-2
241	Benthos	PMR	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
242	Benthos	PMR	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
243	Benthos	PMR	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
244	Benthos	PMR	Wijze	Predator		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						AFDW m-2
245	Benthos	PMR	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
246	Benthos	PMR	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
247	Benthos	PMR	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
248	Benthos	PMR	Wijze	Scavenger		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						AFDW m-2
249	Benthos	PMR	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
250	Benthos	PMR	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
251	Benthos	PMR	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						
252	Benthos	PMR	Wijze	Suspension		Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergaring						AFDW m-2
253	Benthos	PMR	Wijze	Unknown		Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	

		Schaaf/Boxcore	Voedselvergarig				
254	Benthos	PMR	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergarig				
255	Benthos	PMR	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergarig				
256	Benthos	PMR	Wijze	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	mg
		Schaaf/Boxcore	Voedselvergarig				AFDW
							m-2
257	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
258	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna__10cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW
							m-2
259	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna__10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
260	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna__10cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	gr TWW
							m-2
261	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
262	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna_0_5cm	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW
							m-2
263	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna_0_5cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
264	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	infauna_0_5cm	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	gr TWW
							m-2
265	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
266	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	surface	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW
							m-2
267	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	surface	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
268	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	surface	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	gr TWW
							m-2
269	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	surface_predator	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
270	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	surface_predator	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	gr TWW
							m-2
271	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
272	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	unknown	Opw1: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW
							m-2
273	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	unknown	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Aantallen	n m-2
274	Benthos	WOT Schaaf	Habitat	unknown	Opw2: BENTHIS+krabben/kreeften uitgelicht	Biomassa	gr TWW
							m-2
275	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_eenden		Opw1: alle lengteklassen schelpdieren	Aantallen	n m-2
276	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_eenden		Opw1: alle lengteklassen schelpdieren	Biomassa	gr TWW
							m-2
277	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Aantallen	n m-2
278	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Aantallen	
279	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Biomassa	gr TWW
							m-2
280	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_eenden		Opw2: selectie lengte waar mogelijk	Biomassa	
281	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Aantallen	n m-2
282	Benthos	WOT Schaaf	Prooi_vis		Opw: totale biomassa benthos	Biomassa	gr TWW
							m-2
283	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Aantallen	n m-2
284	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES	Biomassa	gr TWW
							m-2
285	Benthos	WOT Schaaf	Visserij-	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante soorten	Aantallen	n m-2

			gevoeligheid		uitgelicht					
286	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	gr TWW m-2		
287	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Ensis	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2		
288	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Ensis	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	gr TWW m-2		
289	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Mya	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2		
290	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Gevoelig-Mya	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	gr TWW m-2		
291	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2		
292	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	gr TWW m-2		
293	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2		
294	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Mogelijk gevoelig	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	gr TWW m-2		
295	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Unknown	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2		
296	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Unknown	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	gr TWW m-2		
297	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Unknown	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2		
298	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Unknown	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	gr TWW m-2		
299	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Waarsch resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Aantallen	n m-2		
300	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Waarsch resistent	Opw1: indeling volgens DEVOTES		Biomassa	gr TWW m-2		
301	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Waarsch resistent	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Aantallen	n m-2		
302	Benthos	WOT Schaaf	Visserij- gevoeligheid	Waarsch resistent	Opw2: DEVOTES+dominante uitgelicht	soorten	Biomassa	gr TWW m-2		
303	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Deposit_subsurface	Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2		
304	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Deposit_subsurface	Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW m-2		
305	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Deposit_surface	Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2		
306	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Deposit_surface	Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW m-2		
307	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Predator	Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2		
308	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Predator	Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW m-2		
309	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Scavenger	Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2		
310	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Scavenger	Opw: indeling volgens BENTHIS		Biomassa	gr TWW m-2		
311	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Suspension	Opw: indeling volgens BENTHIS		Aantallen	n m-2		

312	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Suspension	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
313	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Aantallen	n m-2
314	Benthos	WOT Schaaf	Wijze Voedselvergaring	Unknown	Opw: indeling volgens BENTHIS	Biomassa	gr TWW m-2
315	Phytoplankton	MWTL-oppervlaktewate			Opw: jaar voorafgaand aan benthos monitoring	CHL	mg l-1
316	Zee-eenden	MWTL Zee-eenden			Opw: Seizoensmaximum	Aantallen	max n
317	Zeezoogdieren	BO	Bruinvissen		Opw:	Aantallen	n km-2
			Bruinvissen				
318	Zeezoogdieren	WOT	Zeehonden		Opw: volgens Natuurcompendium	Aantallen	max n
		Zeehonden					

