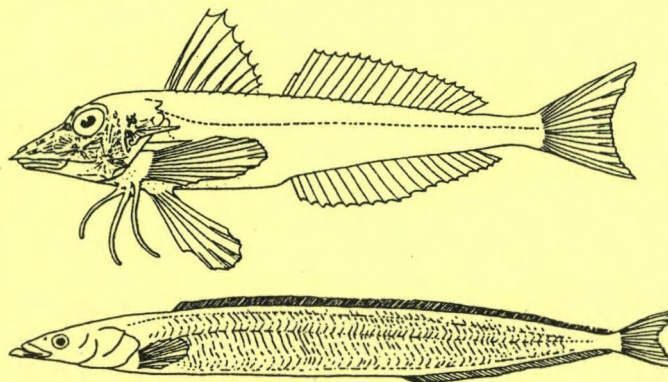


Universiteit Gent
Faculteit Wetenschappen
Vakgroep Morfologie, Systematiek en Ecologie
Sectie Mariene Biologie
Academiejaar 1996-1997

Voedsel-ecologisch onderzoek van de
Grauwe poon (*Eutrigla gurnardus*) en de
Zandspiering (*Ammodytes tobianus*) van de
Doggerbank

24993



door Erik Cabuy

Maandwerk
Promotor : Prof. Dr. M. Vincx
Begeleider: K. Hostens

Inhoud

Voorwoord

1. Inleiding.....	2
2. Materiaal en methoden.....	2
3. Resultaten.....	6
4. Discussie.....	8
5. Richtlijnen voor verder onderzoek.....	10
7. Referentielijst.....	11
6. Determinatie gidsen.....	12
8. Bijlagen.....	13

Voorwoord

De initiële doelstelling van dit maandwerk was om het dieet te onderzoeken van één of meerdere juveniele vissoorten die werden bemonsterd op de Doggerbank. Aan de hand van maaganalyses werd gezocht naar ruimtelijke verschillen in voedingspatronen. Deze studie moet een basis vormen voor een eventueel verder onderzoek.

Bij deze eerste confrontatie met de demersale ichthyofauna van de Noordzee valt meteen op dat het spectaculaire creaturen zijn: schurftvis, harnasmannetje, pitvis, sterrog, ... alleen de kleuren die we aantreffen bij de koraalvissen ontbreken nog. Biologen weerhouden zich daarom van een bezoek aan de Méditerranée en storten zich massaal in de wereld van de Doggerbank.

Deze zandbank, een uniek gebied in het midden van de Noordzee, is nog steeds een 'black box'. Een weinig gekende, maar daarom niet onbelangrijke, parameter in het ontrafelen van de structuren en mechanismen in de biota van de Doggerbank, is het onderzoek van de maaginhoud van vissen. Data over wat in en uit de vis gaat, wanneer voedsel wordt ingenomen tijdens de dag, de maand en het jaar en waar welk voedsel wordt opgenomen zijn belangrijk om een aantal vragen van dit ecosysteem te beantwoorden. Veel van dat onderzoek kan gecorreleerd worden met de studie over de lagere trofische niveau's (hyperbenthos, zooplankton, macrobenthos).

In het bijzonder dank ik Kris Hostens voor de intensieve begeleiding bij het determineren van de halfverteerde maaginhoud en de reductie van het uitgebreide jargon van de aanhangsels naar kleine of grote 'tjoepen'. Ann Dewicke heeft haar dagschema aangepast zodat ik haar stereomicroscoop heb kunnen lenen en heeft mij duidelijk gemaakt dat de ogen een eerste sleutel-kenmerk zijn.

1. Inleiding

De Doggerbank is een vrij uitgestrekte zandbank gelegen in het centrale gedeelte van de Noordzee. De diepte varieert van 18 tot 40m en de maximale lengte bedraagt 300km in zuidwest-noordoostelijke richting. 8000 Jaar geleden vormde deze bank de zuidelijke rand van de Noordzee. Als gevolg van de getijden-golven die de Noordzee binnenkomen van het Noorden en het Zuiden en door densiteitsveranderingen als gevolg van de input van zoetwater van de kust verloopt de gemiddelde watercirculatie in tegenwijzerszin. Dit heeft voor gevolg dat de noordelijke flank van de Doggerbank meer onder invloed staat van Atlantisch water terwijl de zuidelijke flank meer frequent wordt beïnvloed door water afkomstig van de zuidelijke Noordzee (Riegman, 1990).

In een groot gedeelte van de Noordzee treedt er in de zomer door de hogere temperaturen thermische stratificatie op. De ondiepe gebieden zoals het meest zuidelijke gedeelte van de Noordzee, de kustgebieden en het ondiepe gedeelte van de Doggerbank kennen geen stratificatie. Wind- en getijdenwerking zijn sterk genoeg om de gehele waterkolom te mengen (Riegman, 1990). De contactzone tussen gestratificeerde en gemengde watermassa's resulteert in een frontgebied en wordt vaak gekarakteriseerd door een verhoogde primaire produktie.

De ecologische situatie op de Doggerbank is duidelijk verschillend van andere gebieden in de Noordzee: er is een continue produktie van phytoplankton met maximale densiteiten in de winter en in de lente (Kröncke & Knust, 1994). De produktie van phytoplankton is niet voldoende om aan de energiebehoefte van de copepoden te voldoen. Dit duidt erop dat de hoge bacteriële biomassa in de waterkolom een belangrijke tussenschakel vormt in de koolstof cyclus (Kröncke & Knust, 1994). Bovendien vertoont het macrobenthos een bimodaal patroon zowel in densiteit als biomassa ten gevolge van de continue voedselaanvoer, in tegenstelling tot de sterke unimodale patronen beschreven in de Duitse bocht waar er maxima in de zomer en minima in de winter optreden (Rachor & Gerlach, 1978).

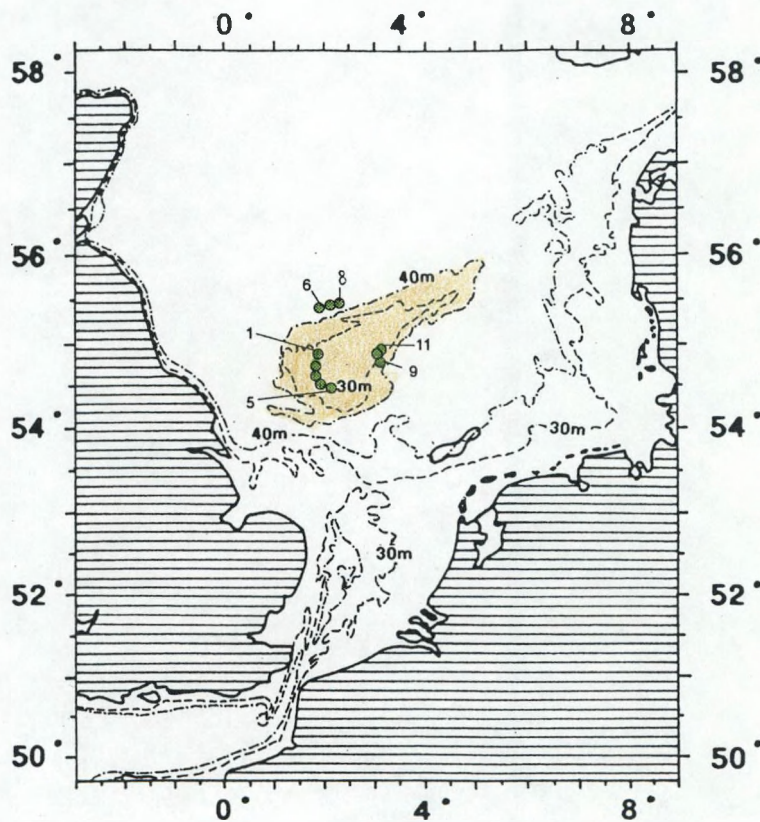
2. Materiaal en methoden

2.1 Studieggebied en bemonstering

Het Rijksstation voor Zeevisserij te Oostende heeft in april 1996 staalnames op schar (*Limanda limanda*) genomen met behulp van het onderzoeksschip de Belgica. Drie transecten met in totaal 11 slepen van 1 uur (ongeveer 2000m) werden genomen m.b.v. een 8m brede boomkor (maaswijdte in de kuil van 40mm) na zonsondergang. (station DB1 tot DB5 op 17 april, station DB6 tot DB8 op 22 april en station DB9 tot DB11 op 23 april). De transecten beslaan zowel de watermassa's ten zuiden en ten noorden van de

bank als boven de bank zelf (zie figuur 1). Per sleep werden een aantal omgevingsvariabelen gemeten (diepte, temperatuur, fluorescentie...).

Een wakkere mariene bioloog heeft telkens een niet kwantitatief deelstaal genomen van jonge vissen met uitzondering van station DB8 dat hier verder buiten beschouwing wordt gelaten. De vissen werden onmiddellijk verdoofd in een benzocaine oplossing (ethyl-4-aminobenzoaat in zeewater) wat voorkomt dat de vissen hun maaginhoud uitbraken bij fixatie. Daarna werden ze zo vlug mogelijk gefixeerd in een 8% formaldehyde oplossing met het oog op het kwantitatief onderzoek van de maaginhoud.



Figuur 1. Locatie van de Doggerbank en de transecten.

De vissen werden in het labo getrieerd en gedetermineerd. De verschillende soorten die voorkomen in de 10 stalen zijn :

- Rajidae: Sterrog (*Raja radiata*)
- Clupeidae: Haring (*Clupea harengus*)
- Gadidae: Kabeljauw (*Gadus morhua*)
- Wijting (*Merlangius merlangus*)
- Blauwe wijting (*Micromesistius poutassou*)
- Schelvis (*Melanogrammus aeglefinus*)
- Vierdradige meun (*Enchelyopus cimbrius*)

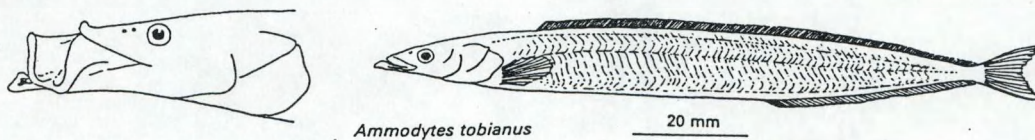
- Triglidae: **Grauwe poon** (*Eutrigla gurnardus*)
 Rode poon (*Trigla lucerna*)
- Agonidae: Harnasmannetje (*Agonus cataphractus*)
- Trachinidae: Grote pieterman (*Trachinus draco*)
 Kleine pieterman (*Echiichthys vipera*)
- Ammodytidae: **Zandspiering** (*Ammodytes tobianus*)
- Callionymidae: Pitvis (*Callionymus lyra*)
- Gobiidae: Grondel (*Pomatochistus spec.*)
- Bothidae: Schurftvis (*Arnoglossus laterna*)
- Pleuronectidae: Schar (*Limanda limanda*)
 Lange schar (*Hippoglossoides platessoides*)
- Soleidae: Dwergtong (*Buglossidium luteum*)

Rondvis is uit de stalen gehaald en drie soorten zijn verder onderzocht geworden. De kleine pieterman was het meest dominant in de 11 stalen, vervolgens zandspiering en grauwe poon.

2.2. Autecologie

2.2.1. Zandspiering

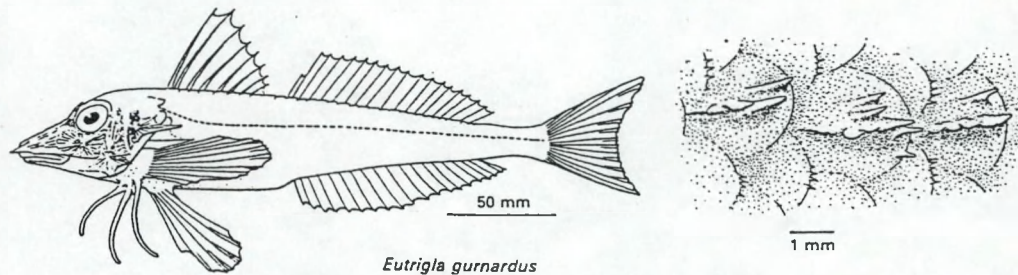
Van de 4 voorkomende zandspieringen in de Noordzee (Macer, 1966) is alleen *Ammodytes tobianus* (synoniem *A. lancea*) aanwezig. *A. tobianus* is voornamelijk een bewoner van kustbanken, de overige soorten (*A. marinus*, *A. semisquamatus*, *A. immaculatus*) zijn algemener in open wateren waar zij voorkomen in hoge densiteiten. De uitwendige morfologie van de zandspiering lijkt zeer sterk op die van de smelt (*Hyperoplus lanceolatus*). De aanwezigheid van een uitstulpbare bovenkaak is het eenvoudigste te onderscheiden kenmerk (zie figuur 2).



Figuur 2. *Ammodytes tobianus*.

2.2.2. Grauwe poon

De grauwe poon (*Eutrigla gurnardus*) is de meest algemene poonsoort van de Noordzee. Deze vis onderscheidt zich van de overige poonsoorten doordat de pectorale vin niet tot de ventrale vin reikt en door een stekelig lateraal zijlijnsysteem (zie figuur 3). De Engelse en de gestreepte poon waren niet aanwezig. Exemplaren van ongeveer 12cm worden geschat op een leeftijd van één jaar.



Figuur 3. *Eutrigla gurnardus*.

2.3. Lengte-frequentie

De standaardlengte SL (lengte tussen snuitpunt en staartwortel) werd gemeten van de kleine pieterman, zandspiering en grauwe poon.

2.4. Maag-analysen

De maag-analysen werden uitgevoerd op de kleinste exemplaren. De vissen worden gedissekteerd door tussen de pectorale vin en de anale opening een ventromediane insnijding te maken. Op deze manier kan men het gehele darmkanaal uitprepareren.

De maaginhoud wordt na dissektie van de maag overgebracht in een embryoschaaltje en onderzocht met een stereomicroscoop. Alle prooien worden indien mogelijk geïdentificeerd tot op soortniveau, geteld en de lengte van het lichaam wordt getekend m.b.v. een camera lucida. Van de prooien die niet meer intact zijn door gedeeltelijke vertering, worden de stukken getekend die het best bewaard bleven; indien bijvoorbeeld alleen een carapax aanwezig was werd de lengte van de rest van het lichaam geschat. Nadien werden de getekende prooilengtes gemeten met een kurvimeter.

2.5. Numerieke methode

Hier wordt het totale aantal van elke prooisoort geteld waarna het procentuele voorkomen t.o.v. andere prooisoorten wordt uitgedrukt. Met de numerieke methode wordt het belang van de kleine prooien, die in grote aantallen worden opgenomen, meestal overschat (Crisp et al, 1978)

2.6. Gravimetrische methode

Deze methode is alleen toegepast bij de grauwe poon. Voor de gehele of halfverteerde prooi-items werden een aantal regressies toegepast om vanuit verschillende gemeten lengten het drooggewicht te bepalen. Het AFDW (asvrij drooggewicht) van elke prooi wordt bepaald a.d.h.v. lengte-AFDW regressies. De toegepaste regressies zijn (AFDW in mg en SL of L in mm):

Crangonidae spec:	$\ln \text{AFDW} = -5.379 + 2.903 \ln \text{SL}$
Cumacea spec.:	$\ln \text{AFDW} = -5.775 + 2.8707 \ln \text{SL}$
Amphipoda spec:	$\ln \text{AFDW} = -5.857 + 2.863 \ln \text{SL}$
Harmathoë spec.:	$\ln \text{AFDW} = -5.882 + 1.674 \ln \text{L}$
Isopoda spec.:	$\ln \text{AFDW} = -5.910 + 2.8073 \ln \text{SL}$

(Hostens, Dewicke, ongepubl. data)

De som van het AFDW van alle prooi-items per cluster van stations en voor de totale onderzochte ponen wordt procentueel uitgedrukt.

Met de gravimetrische methode wordt de bijdrage van 1 zwaar item in het dieet meestal overschat (George & Hadley, 1979).

3. Resultaten

3.1. Kleine pieterman

De kleine pietemannen zijn niet aanwezig in de stalen DB6 tot en met DB9. De gemeten lengte-frequentie (zie tabel 1 en grafiek 1) geeft aan dat de grootste aantallen voorkomen bij 9 en 11 cm. Van de enkele pietermannen die werden opengesneden was de maag leeg en is er daarom verder alleen onderzoek gebeurd op de zandspiering en de grauwe poon.

3.2. Zandspiering

De zandspieringen waren aanwezig in DB1 tot DB5 en in DB10. De maximale lichaamslengte bedraagt normaal 20 cm. In de stalen van de Doggerbank varieerde de lengte tussen de 6 en 17cm met het grootste aantal bij 11cm (zie grafiek 2). Twee van de 13 magen waren leeg. De maaginhoud van de 11 resterende vissen werd onderzocht waarvan ongeveer 30% ongeïdentificeerd is als gevolg van een te sterke vertering. De lijst van de gevonden prooi-soorten staan vermeld in tabel 2 samen met hun aantallen. De gebruikte afkortingen zijn:

Ordo Calanoida	Temo.long	=	Temora longicornis
(Classe Copepoda)	Cala.spec.	=	Calanus species
	Pseu.spec.	=	Pseudocalanus species
	Cent.spec.	=	Centropages species
	Unid.cop.	=	niet geïdentificeerde copepoden

Phytoplankton	Cosc.spec.	=	Coscinodiscus species
Ordo Amphipoda	Hype.alba.	=	Hyperia alba
Ordo Isopoda	Isop.spec.	=	Isopoda species
Ordo Cumacea	Cuma.spec.	=	Cumacea species
Ordo Thoracica	Cypr.larv.	=	Cypris larve

In de ongeveer éénjarige zandspieringen was de lange vliezige maag propvol gevuld met prooien en vetbolletjes. Niet verwonderlijk dat de fertiliteit hoog is in vergelijking met het gewicht van de vis (m.a.w. het aantal eieren per gram vis is hoog). De niet geïdentificeerde copepoden werden geschat als een percentage t.o.v. het totale aantal prooien. Om dit percentage om te zetten naar aantallen, zodat dit ook in rekening kon worden gebracht in de taartdiagrammen, werd het totale aantal geïdentificeerde copepoden en de overige prooien, uitgezonderd de diatomeeën (aangezien deze bijna geen massa innemen), vermenigvuldigd met $\%unid./(100 - \%unid.)$.

De numerieke procentuele samenstelling van het dieet is berekend en wordt weergegeven in een taartdiagram (zie grafiek 4). Rekening houdend met ongeveer 30% niet geïdentificeerde copepoden is *Temora longicornis* voor 23%, *Coscinodiscus* voor 18% en *Pseudocalanus* voor 15% vertegenwoordigd in de onderzochte zandspieringen.

3.3. Grauwe poon

De grauwe poon is niet aanwezig in de stalen DB2, DB4 en DB8. De standaardlengte van de bemonsterde ponen varieert van 6 tot 17cm, het grootste aantal ligt bij 11cm (zie grafiek 3). Tien van de 23 onderzochte ponen hadden een lege maag, dit waren de grootste exemplaren. De lijst van de gevonden prooisoorten staan vermeld in tabel 3 samen met hun aantallen. De gebruikte afkortingen zijn:

Ordo Crangonidae	Cran.spec.	=	Crangon crangon
(garnaalachtigen)	Phil.spec.	=	Philocheras bispinosus
	Unid.cran.	=	niet geïdentificeerde garnalen
Ordo Cumacea	Ephi.spec.	=	Ephinoë species
(zeekomma's)	Dias.spec.	=	Diastylis species
	Bodo.spec.	=	Bodothriidae species
Ordo Amphipoda	Bath.spec.	=	Bathyporeia species
(vlokreeften)	Pont.spec.	=	Pontocratus species
	Peri.long.	=	Periculodes longimanus
	Unid.Amph.	=	niet geïdentificeerde vlokreeften
Ordo Isopoda	Iso.spec.	=	Isopoda species
(pissebedden)			
Classe Polychaeta	Harm.spec.	=	Harmathoë species
(borstelwormen)			

De grauwe poon heeft een opvallend korte gespierde maag in verhouding tot de grootte van het dier. De procentuele samenstelling van het dieet, numeriek en gravimetrisch zijn berekend (zie tabel 3 en 4) en worden weergegeven in taartdiagrammen (zie grafieken 5a en b voor twee clusters en grafiek 6 voor alle onderzochte ponen). In de eerste cluster met stations DB1, DB3 en DB5 zijn de garnalen numeriek voor 93% en gravimetrisch voor 100% vertegenwoordigd. In de cluster met stations DB9 tot DB11 zijn de aantallen van de zeekomma's voor 47%, de vlokreeften voor 32% en de garnalen voor 16% vertegenwoordigd. Wat de gravimetrische waarden betreft zijn de garnalen voor 61%, de zeekomma's voor 26% en de vlokreeften voor 13% verdeeld.

Voor alle onderzocht ponen is de verdeling numeriek als volgt: garnalen: 34%, zeekomma's: 37% en vlokreeften: 25%. De gravimetrische waarden zijn voor de garnalen: 85%, voor zeekomma's: 10% en voor de vlokreeften: 5%.

4. Discussie:

De bekomen resultaten zijn te beperkt om duidelijke ruimtelijke variaties op te sporen met betrekking tot de voedingspatronen van de zandspiering of de grauwe poon. Toch kunnen enkele opmerkingen worden genoteerd en enkele vrij voorbarige hypothesen worden geformuleerd die in een later onderzoek kunnen getoetst worden.

4.1. Hyperbenthos

Wat het hyperbenthos betreft zijn de hellingen van de Doggerbank soortenrijker en vertonen een hogere densiteit. De diversiteit voor de noordelijke en de zuidelijke flank is vergelijkbaar. Er treedt geen dominantie-effect op; een groot aantal taxonomische groepen komen frequent voor (Dewicke, 1996). Dit komt waarschijnlijk omdat er tegen de hellingen nutriënten-rijk bodemwater wordt aangevoerd en er minder limiterende factoren optreden voor de groeisnelheid dan op de rug van de bank. Onder deze condities is de overleving van phytoplankton in de diepere lagen hoger.

4.2. Zandspiering

Voornamelijk in stations DB1 en DB2 is *Temora longicornis* en *Coscinodiscus* in grote aantallen aanwezig in de magen. In de overige stations, met uitzondering van station DB10, is het aantal *Temora* aanzienlijk kleiner en is *Pseudocalanus* beter vertegenwoordigd.

Uit deze resultaten blijkt dat de zandspiering een plankton-eter is op voornamelijk copepoden en phytoplankton. Juveniele *A. tobianus* predeert ook op de larven en eieren van de haring (Rankine & Morrison, 1989). Lebour (1918, 1919) en Ryland (1964) rapporteerde dat phytoplankton en verschillende stadia van copepoden het meest algemene voedsel is van *A. americanus*, *A. marinus* en *A. tobianus*.

Tijdens de ontogenie en latere groei van de zandspiering verandert het kaakapparaat-mechanisme uiteindelijk tot een krachtige protrusie waarmee snellere en grotere prooien kunnen gegrepen worden (Monteleone & Peterson, 1986). Met de toename in grootte gaan de vissen over van visselarven, naar anneliden en uiteindelijk tot copepoden (Macer, 1966). Adulte *A. lanceolatus* en *A. immaculatus* prederen op vissen, inclusief op de larven van de zandspiering (Macer, 1966).

De zandspiering foerageert overdag en graaft zich 's nachts in de bodem (Nijssen, 1987) omdat in het algemeen het hyperbenthos zich overdag concentreert bij de bodem en zich enkel 's nachts verspreidt over de waterkolom (Mauchline, 1980). Maar Macer (1966) maakt melding dat *Ammodytes* ook 's nachts actief is en dat deze kan voorkomen zowel op de bodem, in de waterkolom of aan het oppervlak.

De beperkte distributie van de Zandspiering is ook gecorreleerd met de bodemstructuur (Hamerlynck et al, 1993). De grootte van de zandkorrels is bepalend voor het ingraven van de vis (cfr. vluchtreactie) en de kieuwventilatie wanneer de vis ingegraven zit in het zand. Aangezien de sedimenten van het noordoostelijke deel van de Doggerbank bestaat uit fijn slib, komt de zandspiering hoogstwaarschijnlijk daar niet voor en concentreren zij zich op zandige bodems in het centrale gedeelte van de Doggerbank. Zandspieringen worden voornamelijk gegeten door kabeljauw en wijting, deze laatste was dominant in de stations DB6 en DB7 waarin zandspiering niet aangetroffen werd.

De stalen DB6 en DB7 ten noorden van de Doggerbank zijn genomen op een diepte van 60 à 70m. Een lage chlorophyl a concentratie werd gemeten (Riegman et al, 1990 en Nielsen et al, 1993). Er is dus weinig primaire produktie aanwezig en daardoor misschien geen geschikt voedsel aanwezig voor de zandspiering aangezien copepoden op het phytoplankton grazen. Tevens is het voorkomen van copepoden gerelateerd met de diepte en het type van sediment (Heip & Craeymeersch, 1995).

De maaginhoud van de zandspiering bevat naast copepoden ook een centricate diatomeeënsoort (dus enkel in het plankton aanwezig). Ook deze laatste wordt actief opgenomen aangezien de inhoud van de magen in doorschemering een patroon toonde van roze en groene zones. De *Coscinodiscus* soort werd enkel aangetroffen in vissen aanwezig op de rug van de Doggerbank, namelijk in stations DB1 tot en met DB3.

Krause (jaar ?) maakt melding van drie verschillende plankton associaties die gescheiden in een front (type 'river plume') ten noordoosten van Helgoland voorkomen. *Coscinodiscus* kwam hoofdzakelijk voor in het midden van het front, dus daar waar de watermassa's gemengd worden. Misschien werd iets gelijkaardigs aangetroffen op de Doggerbank aangezien de stations met hoge waarden voor *Coscinodiscus* ook in het midden van het front gelegen zijn.

In de stalen DB6 en DB7 werden ook enkele sterroggen aangetroffen. In de diepere wateren worden dus vissen aangetroffen die ofwel een snelle locomotie ofwel defensiemechanismen bezitten zoals stekels in de rug- of in de pectorale vin met eventueel een gifklier zoals bij de kleine pieterman. Derhalve is het duidelijk dat in zo een vijandig habitat er geen plaats is voor de weerloze zandspiering.

4.3. Grauwe poon

De verschillende stations zijn ondergebracht in 3 clusters overeenkomend met drie transecten. Stations DB6 en DB7 zijn niet representatief (1 maaginhoud). Voor alle onderzochte ponen geven de resultaten aan dat de grauwe poon voornamelijk vlokreeften, zeekomma's en garnalen eet. Olaso & Perado (1986) maken melding van *Natantia* (oude indeling van de *Crustacea*), *Euphausiacea* en *Callionymidae* (*Pisces*).

Voor de cluster DB1, DB3 en DB5 zijn garnalen zowel numeriek als gravimetrisch bepalend. In cluster DB9 tot DB11 vertoont de grauwe poon een meer gediversifieerd dieet. Maar nog steeds zijn garnalen de belangrijkste energiebron. De stalen van deze laatste cluster zijn afkomstig van de zuidelijke flank van de Doggerbank en aangezien de flanken rijker zijn aan prooien, is de meer gevarieerde maaginhoud van de grauwe poon t.o.v. de eerste cluster hiervan misschien een weerspiegeling.

Verskillende studies hebben uitgewezen dat de Doggerbank niet vrij is van eutrofiëring en pollutie. Hoge concentraties van zware metalen, afkomstig van de Schotse kust en van de Rijn, Weser en Elbe, zijn aanwezig (Everaart & Fischer, 1992; Kröncke & Knust, 1993). De hogere toxiciteit in het sediment van de Doggerbank moet aldus de macrofauna gemeenschappen beïnvloeden. Waarschijnlijk ook als gevolg van verontreinigingen hebben wij kunnen vaststellen dat sommige magen een atypische vorm hadden of dat zoals bij één vis er nauwelijks een differentiatie van een maag in het darmstelsel te zien was.

5. Richtlijnen voor verder onderzoek:

Voor toekomstig maag-onderzoek op zandspiering en grauwe poon van de Doggerbank kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- verschillende parallelle transecten doorlopen
- per transect de prooien van verschillende vissen onderzoeken zodat een beter beeld kan gevormd worden van de maaginhoud t.o.v. de flanken en het centrale gedeelte van de Doggerbank
- temporele en seizoenale bemonsteringen uitvoeren
- zandspiering bemonsteren in de namiddag aangezien deze fourageert overdag.
- in situ waarnemingen uitvoeren

6. Referentielijst:

- Crisp D.J. et al, 1978. The effects of impoundment and regulation upon the stomach contents of fish at Cow Green, Upper Teesdale. *J. Fish Biol.* 12: 287-301.
- Dewicke A., 1996. De hyperbenthische gemeenschappen van de Noordzee. Gedetailleerde beschrijving van het onderzoeksproject.
- Everaart J.M. & Fischer C.V., 1992. The distribution of heavy metals (copper, zinc, cadmium, lead) in the fine fraction of surface sediments of the North Sea. *Neth. J. Sea Res.* 29(4): 323-331.
- George E.L. & Hadley W.F., 1979. Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and small mouth bass (*Micropterus dabomieni*) young of the year. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108:253-261.
- Hamerlynck O. et al, 1993. The mobile epibenthic fauna of soft bottoms in the Dutch Delta (South-West Netherlands): spatial structure. *Neth. J. Aq. Eco.* 27(2-4): 343-358.
- Heip C. & Craeymeersch J.A., 1995) Benthic community structures in the North Sea. *Helgolaender Meeresuntersuchungen* 49(1-4): 313-328.
- Krause G. et al, (jaar ?). Frontal systems in the German Bight and their physical and biological effects.
- Kröncke I., 1990. Macrofauna standing stock of the Dogger Bank. A comparison: II 1951-1952 versus 1985-1987 are changes in the community of the northeastern part of the Dogger Bank due to environmental changes?
- Kröncke I. & R. Knust, 1994. The Dogger Bank: a special ecological region in the central North Sea. *Helgo Helgolaender Meeresuntersuchungen* 49.
- Kröncke I. & Rachor E., 1992. Macrofauna investigations along a transect from the inner German Bight towards the Dogger Bank. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol 91: 269-276.
- Macer C.T., 1966. Sand eels (*Ammodytidae*) in the south-western North Sea; their biology and fishery. Ministry of agriculture, fisheries and food. Fishery investigations. Seies II, Volume XXIV, Number 6
- Mauchline J., 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Advances in marine biology.* vol.18: 681pp. Academic press, London.
- Monteleone D. & Peterson W.T., 1986. Feeding ecology of American sand lance *Ammodytes americanus* larvae from Long Island Sound. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol.30:133-143.
- Rachor E. & Gerlach S.A., 1978. Changes of macrobenthos in a sublittoral sand area of the German Bight, 1967 to 1975. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.* 172:418-431.
- Nielsen G.T. et al, 1993. Structure of plankton communities in the Dogger Bank area (North Sea) during a stratified situation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol 95: 115-131.
- Rankine P.W. & Morrison J.A., 1989. Predation on herring larvae and eggs by sand-eels *Ammodytes marinus* (Rait) and *Hyperoplus lanceolatus* (Lesauvage). *J. mar. biol. Ass.* 69:493-498.
- Riegman R. et al, 1990. Primary production of phytoplankton at a frontal zone located at the northern slope of the Dogger Bank (North Sea). *Marine Biology* 105: 329-336.

7. Determinatie werken

Kabata Z., 1979
Parasitic Copepoda of British Fishes
The Ray Society

Lincoln R.J., 1979
British Marine Amphipoda : Gammaridea
Brit. Mus. Nat. His.

Nijssen H. & De Groot S.J., 1987.
De vissen van Nederland.
K.N.N.V.

Rose M., 1933
Copépodes pélagiques
Faune de France

Russell F.S., 1976
The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes
Academic Press

Smaldon G., 1979
British Coastal Shrimps and Prawns
Academic Press

Todd C.D. & M.S. Laverack, 1991
Coastal Marine Zooplankton
Cambridge University Press

8. Bijlagen

SL van *Echichthys vipera* (mm)

DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB10	DB11
11.1	11.4	12.4	12.2	10.2	10.2	11.2
10.8	10.8	12.1	11.4	10	9.2	10.5
10.8	10.8	11.4	11	9.6		10.5
10.8	10.7	11.2	11	9.6		10.2
10.5	10.5	11.2	10.6	9.5		10
10.4	10.2	10.8	10.2	9.5		9.5
10.3	10	10.6	10.2	9.3		9.5
10.2	10	10.5	10	9.2		9.5
10.2	9.8	10.5	10	9.2		9.2
10.1	9.7	10.5	9.5	9.2		
10	9.5	10.5	9.5	9.1		
9.8	9.5	10.3	9.5	9		
9.8	8.9	10.3	9.4	8.8		
9.5	8.2	10.3	9.1	8.8		
8.9	7.2	10.2	9.1	8.6		
8.8		10.2	9	8.6		
8.7		10.2	8.8	8.5		
8.5		10.2	8.8	8.5		
8.3		10.2	8.7	8.4		
		10.2	8.7	8.3		
		10	8.6	8.1		
		10	8.5	7.8		
		10	8.5	7.2		
		10	8.5	7.2		
		10	8.5	7.1		
		10	8.4	7.1		
		9.9	8.4	7		
		9.8	8.4	7		
		9.7	8.2	6.8		
		9.7	8.1	6.8		
		9.7	7.8	6.5		
		9.5	7.8			
		9.5	7.8			
		9.4	7.7			
		9.4	7.6			
		9.4	7.6			
		9.4	7.6			
		9.4	7.5			
		9.4	7.5			
		9.4	7.5			
		9.3	7.5			
		9.2	7.5			
		9.2	7.2			
		9.2	7.2			
		9.2	7.1			
		9.2	7.1			
		9.2	7.1	7.2		
		9.1	7.1			
		9	7.1			
		9	7.1			
		9	7			
		9	7			
		8.9	7			
		8.9	7			
		8.8	7			
		8.8	7			
		8.8	7			
		8.7	7			
		8.7	6.8			
		8.7	6.8			
		8.6	6.7			
		8.5	6.6			
		8.5	6.6			
		8.5	6.6			
		8.5	6.5			
		8.4	6.5			
		8.2	6.4			
		8.2	6.1			
		8.2				
		8				
		8				
		8				
		7.8				
		7.5				
		7.5				
		7.5				
		7.4				
		7.2				
		7				
		7				
		6.8				
		6.6				
		6.5				
		6.4				
		6.1				
		6				

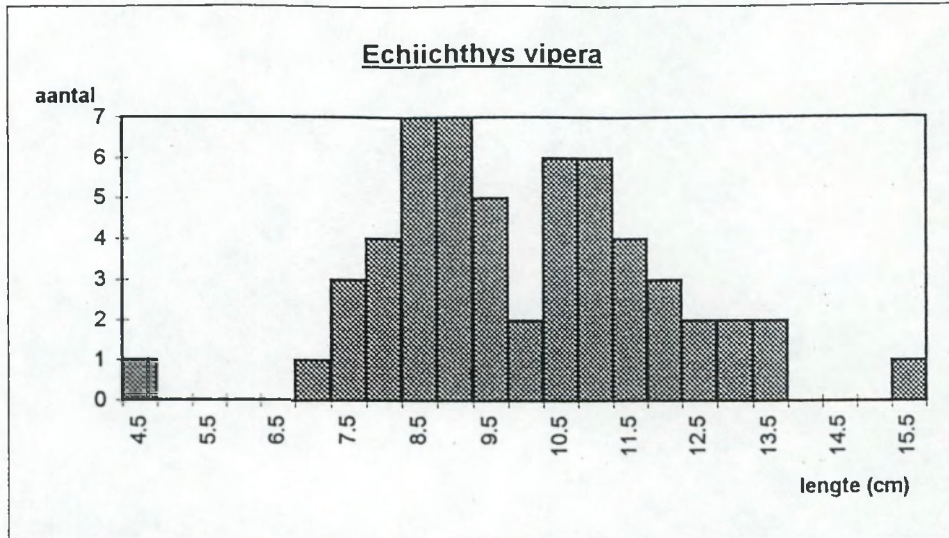
SL van *Ammodytes tobianus* (mm)

DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB10
10.8	13.5	15.5	11	10.6	11.4
10.7	11.8	13.2	11	10.1	11.1
10.2	11.2	13	11	7.7	8.8
8.8	11.2	13	10.5		
8.8	10.5	12.5	10.2		
7.7	9.2	12.2	9.6		
7.5	8.5	12	9.2		
6.8	8.2	12	8.2		
	7.5	10.5	8		
		9.6			
		9.3			
		9.2			
		9.2			
		9			
		9			
		9			
		8.8			
		8.5			
		8.5			
		8.1			
		8.1			
		7.8			
		7.4			
		7.2			

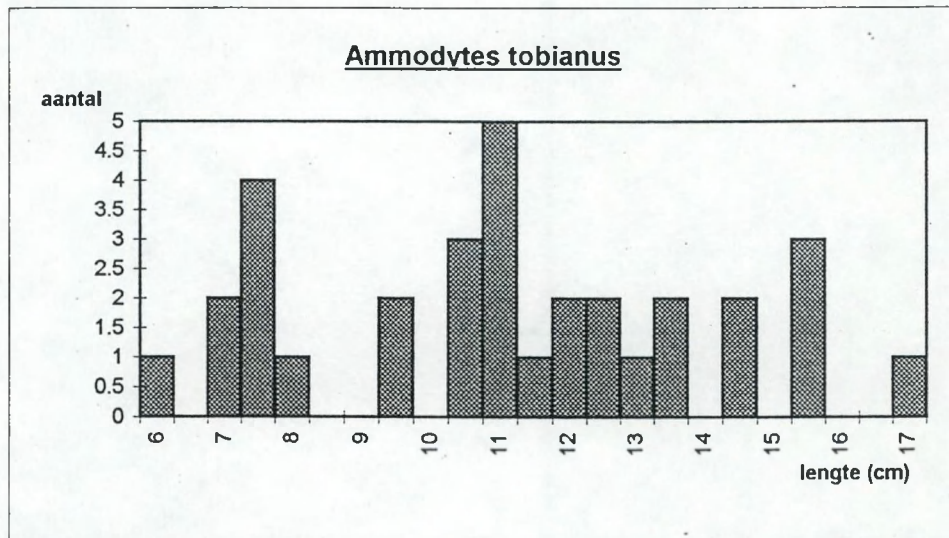
SL van *Eutrigla gurnardus* (mm)

DB1	DB3	DB5	DB6	DB7	DB9	DB10	DB11
7.2	7.2	12	17	15.2	11.5	10.7	17.5
			15.2	15.1	11	7.2	14.5
			14.1	13.5	11	6.7	13.2
			12	12.4	10.6	6.6	13
			10.2	12.2	10.5		9.5
				10.6	10.5		8
					9.3		
					7.2		
					6		

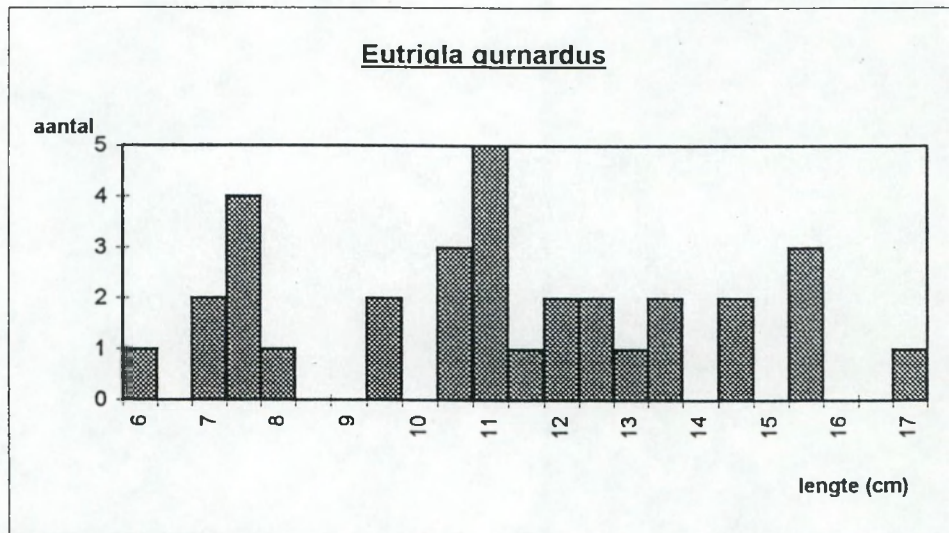
TABEL 1



GRAFIEK 1



GRAFIEK 2

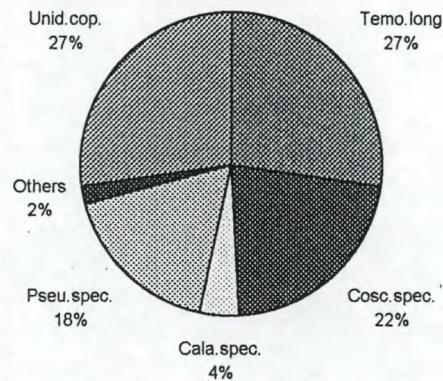


GRAFIEK 3

TABEL 2: Maaginhoud van *Ammodytes tobianus* in aantallen

STATION	SL (mm)	Calanolda spec.				Phytoplankton	Others				Unid.cop.	Unid. (%)	Notes
		Temo. long.	Cala. spec.	Pseu. spec.	Cent.spec.		Cosc. spec.	Hype. alba	Isop.spec.	Cuma.spec.			
DB1	6.8	149	-	15	-	189	1	1	-	-	42	20	
DB1	7.7	123	-	7	-	101	2	-	2	-	33	20	
DB2	7.5	23	9	2	-	8	-	-	-	-	51	60	
DB2	8.2	21	2	4	-	14	4	-	-	-	47	60	
DB2	8.5	12	8	105	-	27	2	-	-	-	32	20	parasit. cop., ei aanwezig
DB3	7.2	86	-	75	-	6	-	-	-	-	54	25	zandkorrels
DB3	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	sterk verteerd
DB4	8	7	13	17	-	-	-	-	-	-	16	30	
DB4	8.2	4	8	21	-	-	-	-	-	-	50	60	
DB5	7.7	6	22	31	-	-	1	-	-	1	60	50	
DB10	8.8	-	3	1	1	-	16	-	-	15	47	70	
DB10	11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	lege maag en darm
DB10	11.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	lege maag en darm

Prooispectrum van *Ammodytes tobianus* in aantallen



GRAFIEK 4

TABEL 3: Maaginhoud van Eutrigla gurnardus in aantallen

STATION	SL(mm)	Crangonidae spec.			Cumacea spec.			Amphipoda spec.				Others		Notes
		Cran.spec.	Phil.bisp.	Unid.cran.	Ephi.spec.	Dias.spec.	Bodo.spec.	Bath.spec.	Pont.spec.	Peri.long.	Unid.Amph.	Isop.spec.	Harm.spec.	
DB1	7.2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DB3	7.2	2	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
DB5	12	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DB6	10.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag, 1 nematode
DB6	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB7	10.6	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
DB7	12.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB7	12.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB9	6	-	-	-	-	3	-	-	7	-	-	-	-	
DB9	7.2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1 nematode
DB9	9.3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DB9	10.5	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
DB9	10.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB9	10.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	geen maag aanwezig
DB9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB9	11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB10	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	lege maag
DB10	6.7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DB10	7.2	-	1	-	-	-	6	-	-	-	2	-	-	
DB10	10.7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DB11	8	-	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	
DB11	9.5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

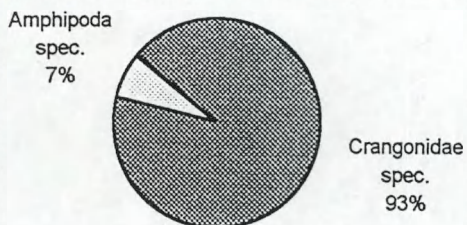
TABEL4: Maaginhoud van Eutrigla gurnardus in ADW (mg)

STATION	SL(mm)	Crangonidae spec.			Cumacea spec.			Amphipoda spec.				Others	
		Cran.spec.	Phil.bisp.	Unid.cran.	Ephi.spec.	Dias.spec.	Bodo.spec.	Bath.spec.	Pont.spec.	Peri.long.	Unid.Amph.	Isop.spec.	Harm.spec.
DB1	7.2	10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB3	7.2	4.72	-	13.6	-	-	-	0.12	-	-	-	-	-
DB5	12	-	-	41.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB6	10.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB6	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB7	10.6	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-
DB7	12.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB7	12.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	6	-	-	-	-	0.1	-	-	0.3	-	-	-	-
DB9	7.2	-	-	-	-	0.64	-	-	-	-	0.04	0.09	-
DB9	9.3	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	10.5	-	-	2.99	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	10.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	10.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB9	11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB10	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB10	6.7	-	-	2.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB10	7.2	-	4.25	-	-	-	4.5	-	-	-	0.1	-	-
DB10	10.7	-	-	2.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DB11	8	-	-	-	-	0.4	-	-	-	4.7	-	-	-
DB11	9.5	-	-	10.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-

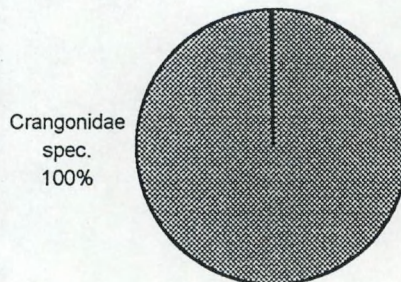
Numeriek

Gravimetrisch

DB1, DB3 en DB5

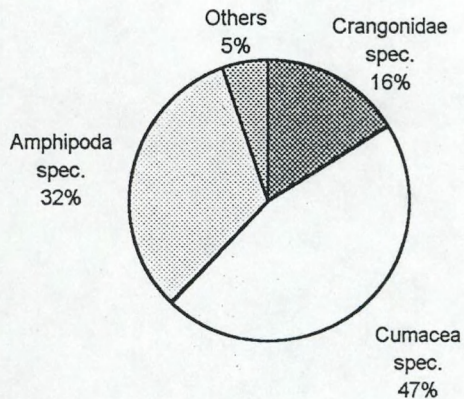


DB1, DB3 en DB5

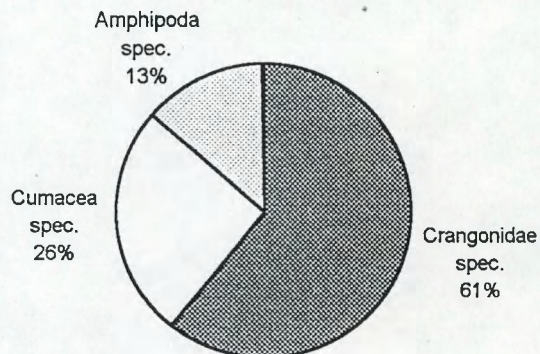


GRAFIEK 5a

DB9 tot DB11

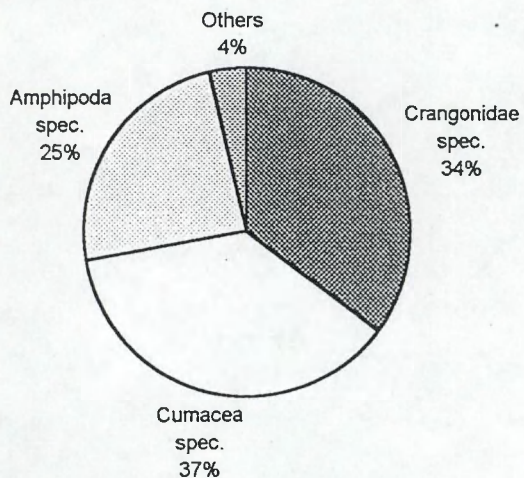


DB9 tot DB11

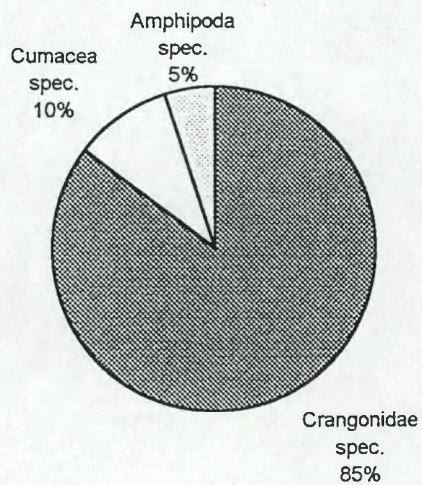


GRAFIEK 5b

Prooispectrum van Eutriqla gurnardus in aantallen (totaal)



Prooispectrum van Eutriqla gurnardus in ADW (totaal)



GRAFIEK 6

