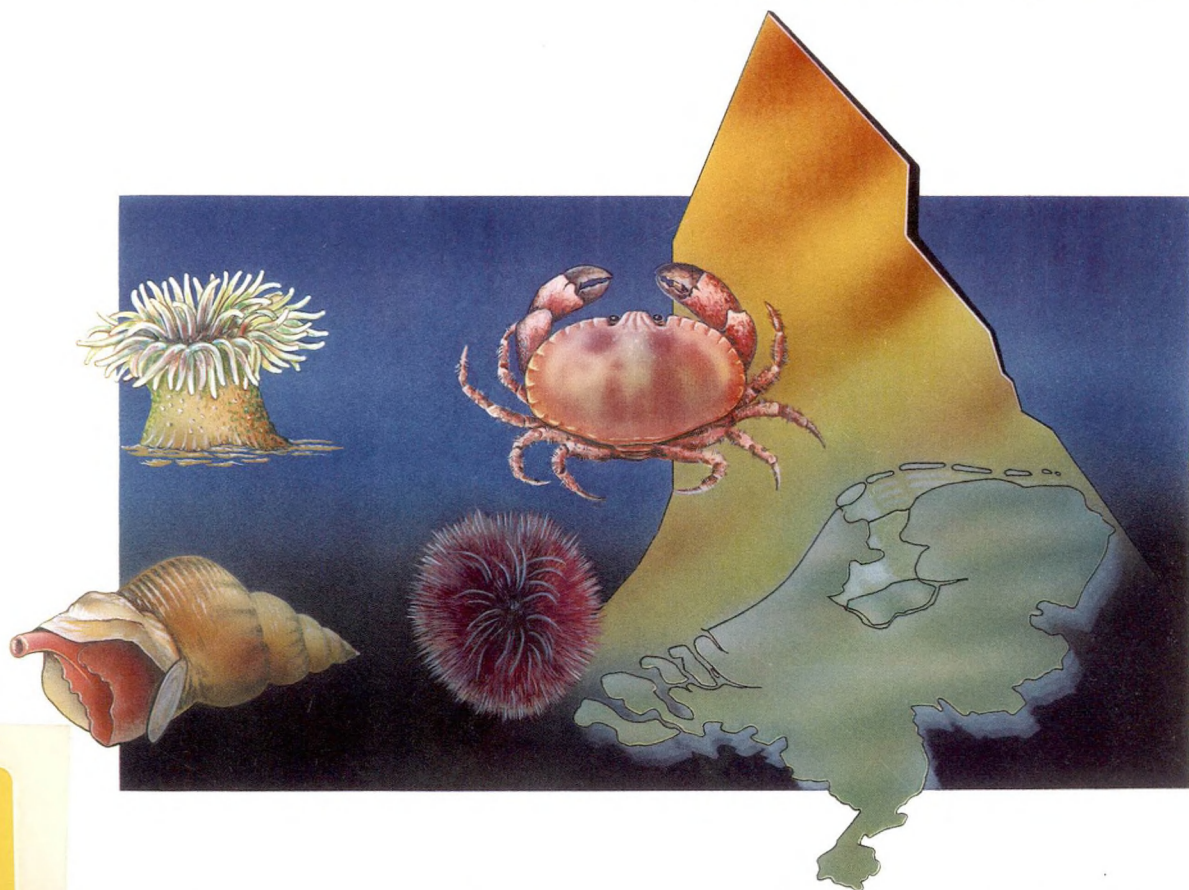


LANGE TERMIJN VERANDERINGEN OP HET NEDERLANDS CONTINENTAAL PLAT VAN DE NOORDZEE: TRENDS IN EVERTEBRATEN VAN 1931 - 1990

C.G.N. de Vooy, J.I.J. Witte, R. Dapper,
J. van der Meer, H.W. van der Veer



Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

©1993

This report is not to be cited without the
acknowledgement of the source:

Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ)
P.O. Box 59, 1790 AB Den Burg, Texel
The Netherlands

North Sea Directorate
Ministry of Transport and Public Works
P.O. Box 5807, 2280 HV Rijswijk
The Netherlands

ISSN 0923 - 3210

Cover design: H. Hobbelink

**LANGE TERMIJN VERANDERINGEN OP HET NEDERLANDS
CONTINENTAAL PLAT VAN DE NOORDZEE:
TRENDS IN EVERTEBRATEN VAN 1931 - 1990**

C.G.N. de Vooy, J.I.J. Witte, R. Dapper, J. van der Meer, H.W. van der Veer

Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Directie Noordzee (RWS)

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE
Afdeling Kustsystemen
Beleidsgericht Wetenschappelijk Onderzoek NIOZ (BEWON)

SAMENVATTING

Veranderingen in het functioneren van het Noordzee ecosysteem kunnen gevolgd worden aan de hand van lange meetseries. Op het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee bestaat een registratiesysteem van 1930 tot 1992 van (epi)benthische evertibraten, die als bijvangst van de visserij werden gevangen op het Nederlands Continentaal Plat tussen 52 en 55° NB en 3 en 7° OL. Van 15 soorten evertibraten werden in dit rapport de gegevens verwerkt: de wulk (*Buccinum undatum*), noordhoren (*Neptunea antiqua*), slanke noordhoren (*Colus gracilis*), gewone zeekat (*Sepia officinalis*), gewone pijlinktvis (*Loligo vulgaris*), kleine achterm (*Eledone cirrosa*), zeekreeft (*Homarus gammarus*), Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*), Noordzeekrab (*Cancer pagurus*), fluwelen zwemkrab (*Macropipes puber*), helmkrab (*Corystes cassivelaunus*), gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris*), purperen zeeklit (*Spatangus purpureus*), zeedahlia (*Tealia felina*) en de fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata*). Uit de gegevens werden voor elke soort de patronen in de aantalsveranderingen tussen 1930 en 1990 vervaardigd, alsmede verspreidingskaarten over perioden van 10 jaar vanaf 1930 tot 1990. Hiernaast wordt van elke soort een ecologisch profiel gegeven. De resultaten worden allereerst geïnterpreteerd in samenhang met de levenscyclus van de soort. Vervolgens worden de patronen vergeleken met de patronen die eerder gevonden zijn voor een aantal niet-commerciële vissoorten. De grootste veranderingen sinds 1930 die van invloed kunnen zijn op het voorkomen van evertibraten in de Noordzee zijn veranderingen in de visserij, vervuiling en klimaat. De visserij veranderde doordat de schepen veel groter werden, de visserijtechniek veranderde (boomkor) en het motorvermogen sterk werd vergroot. De vervuiling trad vooral op in de kustwateren.

Er wordt gesuggereerd dat de patronen in de tijd mogelijk mede bepaald kunnen zijn door de visserij. Voor een aantal soorten is een dergelijke invloed van visserij niet uit te sluiten. Van een invloed van vervuiling kan mogelijk sprake zijn bij de wulk en noordhoren, terwijl het patroon van de fluwelen zwemkrab beïnvloed kan zijn door het klimaat. De resultaten van deze studie dienen allereerst gevalideerd te worden aan de hand van andere lange termijn series, alvorens betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden over de invloed van visserij, vervuiling en klimaatsveranderingen op de evertibraten en visfauna van de Noordzee.

SUMMARY

Alterations in the functioning in the ecosystem of the North Sea can be made visible from long series of observations. At the Netherlands Institute for Sea Research a registration for (epi)benthic invertebrates from 1930 till 1992 exists caught between 52 and 55° North and 3 and 7° East. In this report, data of 15 species of invertebrates were analysed: the whelk (*Buccinum undatum*), red whelk (*Neptunea antiqua*), slender spindle shell (*Colus gracilis*), common cuttlefish (*Sepia officinalis*), common European squid (*Loligo vulgaris*), lesser octopus (*Eledone cirrosa*), European lobster (*Homarus gammarus*), Norway lobster (*Nephrops norvegicus*), edible crab (*Cancer pagurus*), velvet swimming crab (*Macropipes puber*), masked crab (*Corystes cassivelaunus*), green sea urchin (*Psammechinus miliaris*), purple heart urchin (*Spatangus purpureus*), dahlia anemone (*Tealia felina*) and the sea mouse (*Aphrodite aculeata*). From these data maps for each species were prepared for periods of 10 years between 1930 and 1990, and the pattern in occurrence over the period 1930-1990. Besides, an ecological description is given for each species. First the results are interpreted in connection with the life cycle of the species. Next the patterns are compared with those found earlier for a number of non-commercial fish species. The largest alterations in the North Sea since 1930 relevant to the occurrence of invertebrate species are changes in fishery, pollution and climate. Fishing vessels have become much larger, fishing techniques have changed, particularly the introduction of the beamtrawl, and the motor power was greatly enlarged. Pollution especially occurred in the coastal zone.

For a number of species the occurrence might have been negatively influenced by fishery and it cannot be excluded for the other species. Pollution might have been of importance in the case of the common whelk and the red whelk. The climate seems to be important in the pattern of occurrence for the velvet swimming crab. The results of this study need to be validated by other long-term data sets, before final conclusions can be drawn about the impact of fishery, pollution and climate change on the occurrence of invertebrates and fishes in the North Sea.

1. INLEIDING

Veranderingen in het functioneren van het Noordzee ecosysteem kunnen gevolgd worden aan de hand van lange meetseries. De aanlanding van visvangsten vormt één van de langstlopende en meest uitgebreide meetseries. Deze visserijstatistieken geven vooral een goed beeld van de commercieel belangrijke soorten. Voor alle andere groepen van organismen zijn deze statistieken ontoereikend. Hoewel de Noordzee één van de meest onderzochte gebieden is en wetenschappelijk onderzoek reeds aan het einde van de vorige eeuw startte, zijn er nauwelijks lange meetreeksen bekend. Gegevens zijn in de loop der tijd op verschillende plaatsen verzameld, danwel met verschillende apparatuur, waardoor veranderingen in de tijd eigenlijk niet bepaald kunnen worden. Voor macrozoöbenthos geeft DUINEVELD *et al.* (1991) een uitgebreid overzicht van de verzamelde gegevens in de loop der tijd. Deze gegevens blijken onvoldoende om tot duidelijke uitspraken te komen over lange termijn veranderingen.

Bronnen die beschikbaar zijn om lange termijn veranderingen te bestuderen in niet-commerciële vissoorten en evertibraten zijn de archieven van het Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek (DLO-RIVO) te IJmuiden en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) te Texel. Deze archieven bevatten meldingen uit de visserij van vangsten van een groot aantal vissoorten en evertibraten en beslaan een relatief lange periode.

In een eerder rapport is een analyse gemaakt van de meldingen in het NIOZ-archief voor een aantal niet-commerciële vissoorten (DE VOOYS *et al.*, 1991). Ondanks de grote diversiteit in levenscyclus en voorkomen van de geanalyseerde vissoorten, bleken er duidelijk trends waarneembaar over de periode 1930 tot heden. Een conclusie uit dit rapport was dat er mogelijk een effect leek te zijn van de boomkor visserij (DE VOOYS *et al.*, 1991). Voordat dergelijke uitspraken als werkhypothesen voor onderzoek kunnen dienen, is er echter een onafhankelijke test nodig om deze conclusies te falsificeren danwel te bevestigen.

In dit rapport wordt getracht een aanzet te leveren om de betrouwbaarheid van het NIOZ-archief voor een analyse van lange termijn veranderingen in het Noordzee ecosysteem te gebruiken. Hiertoe worden

in dit rapport op een identieke wijze als voor een aantal vissoorten is gedaan, de veranderingen in het voorkomen van een aantal (epi)bentische evertibraten onderzocht. De meldingen uit het NIOZ-archief hebben voornamelijk betrekking op het gebied van het Nederlandse deel van het Continentaal Plat. Na een korte beschrijving van het meldsysteem volgt een overzicht van de statistische verwerking van de gegevens en van de veranderingen in meldingen over de afgelopen 60 jaar. De gevonden resultaten worden allereerst geïnterpreteerd in samenhang met de levenscyclus van de soort. Vervolgens worden de gevonden patronen vergeleken met de patronen die eerder gevonden zijn voor een aantal niet-commerciële vissoorten. Tenslotte worden de eerder opgestelde hypothesen over lange termijn veranderingen in de Noordzee (DE VOOYS *et al.*, 1991) vergeleken met de voor de evertibraten gevonden patronen.

2. METHODEN

2.1. HET ARCHIEF

De basis van dit onderzoek zijn de gegevens aanwezig in het archief van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee over de periode van 1931 tot 1992. De opzet van dit archief is beschreven in DE VOOYS *et al.* (1991) Alle meldingen zijn afkomstig van commerciële vissersvaartuigen via de visafslag te Den Helder. Het gaat in overgrote meerderheid om vissersvaartuigen die in Den Helder geregistreerd staan, maar ook van andere schepen werden exemplaren ontvangen, met name van Wieringse en Texelse vissersschepen. Voor het aanbrengen werd een vergoeding verstrekt om het aanbrengen te bevorderen, in het bijzonder van zeer zeldzame soorten. In alle gevallen zijn de dieren door medewerkers van het NIOZ gedetermineerd en gearchiveerd. Van iedere melding werd, naast biologische gegevens, de vangstdatum, de locatie en het schip geregistreerd.

Een 15-tal soorten evertibraten worden in dit rapport behandeld (Tabel 1). Deze soorten worden geacht in voldoende mate aangebracht te zijn over de periode 1930 tot 1990. Tevens zijn het soorten waar voor het merendeel geen gerichte commerciële visvangst voor bestaat (tijdelijk of permanent).

De gegevens zijn beperkt tot de meldingen van het Nederlands Continentaal Plat van de Noordzee.

Van elke melding werd per soort het jaar en de maand van melding ingebracht, het aantal dieren per melding, de positie van de vangplaats in noorderbreedte (NB) en oosterlengte (OL), de diepte van de vangplaats in vaders of meters en het registratienummer van het vissersvaartuig. Voor zover beschikbaar zijn gegevens opgenomen over geslacht (mannelijk, vrouwelijk of juveniel), lengte (in cm) en gewicht (in kg) van de betrokken soort. Indien van een melding geen vangplaats werd vermeld, werd deze melding niet opgenomen. Dit betrof echter een gering aantal meldingen.

2.2. STATISTISCHE VERWERKING

De individuele meldingen zijn teruggebracht tot aantal dieren per soort per maand. Voor de meeste soorten geeft dit een grillig beeld door de tijd. Voor het overgrote deel van de soorten komen sporadisch hoge waarnemingen voor terwijl in de meeste maanden nulwaarnemingen worden gevonden. Teneinde de langere termijn trend hieruit zichtbaar te maken is gekozen voor het "smoothen" van de tijdserie, waarbij de absolute hoeveelheid die gemeld is per maand buiten beschouwing is gelaten. De meldingen zijn gestandaardiseerd door een onderscheid te maken in twee categorieën: geen meldingen in een maand (waardering 0), en wel meldingen in een maand (waardering 1). Vervolgens is van deze gestandaardiseerde tijdserie, bestaande uit een reeks 0 en 1 waarnemingen, een lopend gemiddelde over 60 maanden berekend. Hierdoor wordt de "ruis" veroorzaakt door korte termijn fluctuaties (zoals seizoenspatronen) als het ware uitgefilterd. Voor de eerste en de laatste twee en een half jaar van de tijdserie is geen waarde te bepalen. De onderbreking door de oorlogsjaren is in zoverre genegeerd dat de voor- en naoorlogse periode als aansluitend zijn beschouwd voor de bepaling van het lopende gemiddelde. Dit betekent dat de weergegeven trend in de laatste twee en een half jaar voor de oorlog en de eerste twee en een half jaar na de oorlog op een enigszins afwijkende manier bepaald is. Bij eerder uitgevoerd onderzoek over lange termijn veranderingen bij vissen is de juistheid van deze methode onderzocht en getest (DE VOOYS *et al.*, 1991)

Overeenstemming in trends van de diverse soorten is onderzocht met een Principale Componenten Analyse, ofwel hoofdasanalyse (PCA), aan de hand van de gestandaardiseerde lopend gemiddelde maandwaarnemingen van de diverse soorten. Deze waarnemingen kunnen gezien worden als punten in een 14-dimensionale ruimte. De lange termijn trend wordt hierin gevormd door het verloop van de in tijdsvolgorde aaneengesloten punten door deze ruimte. De eerste hoofdas van de PCA is de lijn in deze 14-dimensionale ruimte, die zo gekozen is dat de variantie van de op deze lijn geprojecteerde punten maximaal is. Op dezelfde wijze vormen de eerste twee hoofdassen het vlak met de grootst mogelijke variantie, enz. Indien de eerste twee hoofdassen een belangrijk deel van de totale variantie (die gelijk is aan het aantal soorten) voor hun rekening nemen, kan de trend grotendeels in een plaatje gevisualiseerd worden.

Naast deze analyse zijn alle meldingen gesommeerd per quadrant van 10' x 10' (ongeveer 10 bij 12 mijl) over perioden van 10 jaar voor het zeegebied begrensd door 3 tot 7° OL en 52 tot 55° NB, en weergegeven op kaarten.

3. RESULTATEN

3.1. VERSPREIDING OVER HET VANGGEBIED

Van alle onderzochte soorten werden verspreidingskaarten gemaakt per periode van 10 jaar: 1931-1940, 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980 en 1981-1990. De kaarten geven de verspreiding van de meldingen per diersoort over het vanggebied en de totaal gevangen aantallen per oppervlakte van 10' x 10' (Fig. 1-15). Wanneer er van een soort geen kaartje wordt gegeven voor een bepaalde periode, dan werd deze soort in de betreffende periode niet gemeld in het archief.

De wulk (*Buccinum undatum*) werd tussen 1931 en 1950 in het hele vanggebied aangetroffen. Tussen 1951 en 1970 werd hij vooral uit het zuidelijke deel van het vanggebied gemeld. Na 1970 zijn het aantal meldingen zeer sterk teruggelopen (Fig. 1).

De noordhoren (*Neptunea antiqua*) werd tussen 1931 en 1950 uit het gehele vanggebied gemeld. Tussen 1951 en 1980 komen de meldingen vooral

uit een gebied ten N.W. van het Diepe Gat. Na 1980 zijn er geen meldingen meer van deze soort (Fig. 2).

Van de slanke noordhoren (*Colus gracilis*) komen de meldingen vooral uit het Diepe Gat en uit het gebied ten N.W. hiervan. Over de gehele periode zijn het weinig meldingen. Na 1981 zijn er geen meldingen meer (Fig. 3).

De gewone zeekat (*Sepia officinalis*) wordt gedurende de gehele periode van 60 jaar vooral dicht onder de kust gevangen, met name tussen het Diepe Gat en Den Helder. Hiernaast worden er ook nog heel wat verspreid over het gehele vanggebied gemeld (Fig. 4).

De gewone pijlinktvis (*Loligo vulgaris*) toont voor wat zijn verspreiding over het vanggebied betreft hetzelfde beeld als de gewone zeekat (Fig. 5).

De kleine achtarm (*Eledone cirrhosa*) wordt verspreid over het gehele vanggebied gemeld. Tussen 1961 en 1980 bevindt zich een zekere concentratie ten N.W. van het Diepe Gat. Na 1981 neemt het aantal meldingen af (Fig. 6).

De zeekreeft (*Homarus gammarus*) wordt in het vanggebied vooral onder de kust gevangen. Tussen 1931 en 1980 bevindt zich een concentratie in en ten N. van het Diepe Gat. Er worden verder verspreid exemplaren gevangen in het noordelijke deel van het vanggebied. Na 1971 neemt het aantal meldingen af (Fig. 7).

De Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) wordt tussen 1931 en 1970 verspreid over het hele vanggebied gevangen, maar de grootste aantallen worden gevonden in het noordelijkste deel van het vanggebied. Na 1971 wordt hij vrijwel alleen nog in dit deel van het vanggebied gemeld (Fig. 8).

De Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) wordt gemeld uit het gehele vanggebied. Er is een concentratie van meldingen uit het gebied in en rond het Diepe Gat. Na 1973 zijn er geen meldingen meer (Fig. 9).

De fluwelen zwemkrab (*Macropipes puber*) wordt vooral onder de kust aangetroffen, tussen het Diepe Gat en Den Helder. In de periode tussen 1951 en 1980 zijn er bovendien meldingen ten N.W. en ten N. van het Diepe Gat (Fig. 10).

De helmkrab (*Corystes cassivelaunus*) wordt in de periode 1941-1960 vooral gemeld in het Diepe Gat en het gebied ten N. hiervan. In de periode 1961-1980 wordt de helmkrab verspreid over het hele vanggebied gemeld. Na 1981 zijn er geen meldingen meer (Fig. 11).

De gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris*) wordt verspreid over het gehele vanggebied aangetroffen, maar wordt vooral gemeld uit het gebied ten N.W. van het Diepe Gat (Fig. 12).

De purperen zeeklit (*Spatangus purpureus*) wordt in de perioden 1931-1940 en 1961-1970 verspreid over het vanggebied aangetroffen; in de perioden 1941-1960 vooral rond het Diepe Gat. Na 1960 wordt hij gemeld in het Diepe Gat en ten N. van 54° NB (Fig. 13).

De zeedahlia (*Tealia felina*) wordt tot 1951 gemeld van plaatsen ver in zee ten N.W. van Den Helder. Tussen 1951 en 1990 wordt hij verspreid over het vanggebied aangetroffen, echter vooral in het N.W. van het vanggebied (Fig. 14).

De fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata*) wordt gedurende de gehele onderzoeksperiode in het gehele vanggebied aangetroffen. In de periode 1941-1960 was er een duidelijke concentratie van meldingen ten N. van het Diepe Gat (Fig. 15).

3.2. AANTALSVERANDERINGEN TUSSEN 1931 EN 1990

Van 14 soorten evertetraten waren er voldoende meldingen om over de gehele periode 1931-1990 de aantalsverandering te onderzoeken (Fig. 16-30); voor *Psammechinus miliaris* echter werden alleen vangsten met > 100 individuen voor de analyse gebruikt.

De wulk (*Buccinum undatum*) neemt, na een daling in de jaren dertig, toe en vertoont tussen 1945 en 1955 en na 1964 een duidelijke piek. Na 1970 treedt een scherpe daling op en tot 1990 worden zeer lage aantallen wulken gemeld (Fig. 16).

De noordhoren (*Neptunea antiqua*) toont net als de wulk een daling in de jaren dertig; eveneens treedt een piek op tussen 1945 en 1955 en na 1964. Na 1970 treedt een daling op, geleidelijker dan bij de wulk, tot nul in het begin van de jaren tachtig (Fig. 17).

De slanke noordhoren (*Colus gracilis*) toont een kleine piek in de dertiger jaren. Tussen 1945 en 1960 zijn er vrijwel geen meldingen. Na 1961 worden er toenemende aantallen gemeld tot een top in 1970, waarna een daling tot nul optreedt in het begin van de jaren tachtig (Fig. 18).

Bij de gewone zeekat (*Sepia officinalis*) zijn er tussen 1950 en 1975 meer meldingen dan in de

jaren dertig. Na 1975 treedt een geleidelijke daling op tot het niveau van de jaren dertig (Fig. 19).

Bij de gewone pijlintvis (*Loligo vulgaris*) treedt een naoorlogse piek op omstreeks 1950. Verder handhaaft deze soort zich op het niveau van de dertiger jaren (Fig. 20).

De kleine achterm (*Eledone cirrhosa*) toont in de vijftiger jaren hetzelfde niveau als in de jaren dertig. Na 1960 treedt een stijging op. Na 1975 treedt een sterke daling op en na 1980 stabiliseren de meldingen zich op een laag niveau (Fig. 21).

De zeekreeft (*Homarus gammarus*) treedt, na een piek in de jaren dertig, een daling op tot omstreeks 1955. Dan vindt een duidelijke toename plaats tot halverwege de jaren zestig, waarna een geleidelijke daling optreedt tot een heel laag niveau in het eind van de jaren tachtig (Fig. 22).

Bij de Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) treedt na 1945 een zeer sterke stijging op tot een hoge top in het begin van de jaren vijftig. Daarna treedt een continue geleidelijke daling op tot een heel laag niveau aan het eind van de jaren tachtig (Fig. 23).

Bij de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) treedt een piek op omstreeks 1950, gevolgd door een daling tot het begin van de jaren zestig. Daarna treedt een piek op, die een scherpe daling toont in 1970. Na 1973 werd de Noordzeekrab niet meer aangebracht (Fig. 24).

De fluwelen zwemkrab (*Macropipes puber*) toont een beeld dat sterk afwijkt van dat van andere soorten. Na 1945 treden er drie grote pieken op met toppen in 1951, 1961 en 1973-1976. Sterke dalen treden op in 1957, 1965 en 1980. Na 1980 blijven de gemelde aantallen laag tot 1990 (Fig. 25).

De helmkrab (*Corystes cassivelaunus*) toont een piek omstreeks 1950. Deze wordt gevolgd door een kleinere piek omstreeks 1960 en door pieken omstreeks 1967 en 1974-1975. Hierna treedt een sterke afname op tot nul in het begin van de jaren tachtig (Fig. 26).

Van de gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris*) worden er nogal wat aangebracht in de jaren vijftig. Aan het eind van de jaren vijftig treedt een sterke daling op tot 1960. Hierna treedt duidelijk een piek op met een top in 1965, waarna een geleidelijke daling optreedt tot vrijwel nul aan het eind van de jaren tachtig (Fig. 27).

Bij de purperen zeeklit (*Spatangus purpureus*) treedt een piek op omstreeks 1950, gevolgd door

een daling. Na 1960 treedt weer een duidelijke toename op met een top omstreeks 1965-66, gevolgd door een scherpe daling tot 1970. Hierna handhaven de meldingen zich op een laag niveau tot omstreeks 1980, waarna de Purperen Zeeklit niet meer wordt aangebracht (Fig. 28).

De zeedahlia (*Tealia felina*) toont na de jaren dertig een daling tot het eind van de jaren vijftig. Dan treedt een grote piek in de aanmeldingen op tot het einde van de jaren zeventig, waarna een scherpe daling optreedt. Na 1980 treedt stabilisatie van de meldingen in op het niveau van de jaren veertig (Fig. 29).

Bij de fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata*) treedt na de oorlog een piek in de meldingen op met een top in 1950 gevolgd door een sterke daling. In het begin van de zestiger jaren treedt een sterke stijging op met een piek aan het einde van de jaren zestig. Deze wordt gevolgd door een daling tot het begin van de jaren tachtig, waarna weer een stijging begint op te treden (Fig. 30).

3.3. PATRONEN IN AANTALSVERANDERING TUSSEN 1931 EN 1990

De resultaten van de Principale Componenten Analyse (PCA) van 14 soorten (minus *Cancer pagurus*) zijn weergegeven in Tabel 2-4 en in Fig. 31-33. Met slechts een tweetal hoofdasen kan in totaal al 58% van de gevonden variatie worden verklaard. De eerste hoofdas verklaart in belangrijke mate de variantie, en wel voor 39%. Deze hoofdas kenmerkt zich door een toename na 1945 tot omstreeks 1950; na 1960 treedt een nieuwe toename op tot het einde van de 60er jaren, gevolgd door een continue afname (Fig. 31). Soorten waarvan de variantie grotendeels, voor meer dan 50% met dit patroon verklaard wordt zijn *Aphrodite*, *Neptunea*, *Eledone* en *Corystes*, in totaal 4 soorten. Hoofdas 2 vertoont een ander patroon (Fig. 32) met een toename na 1945, een min of meer constant niveau tot aan eind 50er jaren gevolgd door een afname tot 1970 met daarna een stijging. Alleen voor *Colus* werd een, echter negatieve, correlatie gevonden; de variantie in meldingen was voor meer dan 50% het spiegelbeeld van de tweede hoofdas.

De resultaten van de PCA kunnen weergegeven worden in de vorm van een biplot (GABRIEL, 1971; zie ook JONGMAN *et al.*, 1987), waarbij voor elke

maand de waarde van de tweede hoofdas uitgezet kan worden tegen de bijbehorende waarde van de eerste hoofdas (Fig. 33). De opeenvolgende maanden zijn door een lijn verbonden, waardoor het verloop eenvoudig af te lezen is. De afzonderlijke punten (maanden) zijn weggelaten. Alleen de eerste waarneming van elk decennium is omcirkeld.

Uit Fig. 33 kan tevens het tijdsverloop van de lopend gemiddelde maandwaarnemingen van de afzonderlijke soorten bij benadering bepaald worden. Voor elke soort is een vector gegeven en de loodrechte projectie van de maandwaarnemingen op zo'n vector geeft een benadering van het werkelijke verloop van de maandwaarnemingen van de bijbehorende soort. De lengte van de vector, relatief ten opzichte van de straal van de cirkel, geeft tevens aan hoe goed deze benadering is. Raakt de vector de cirkel, dan is de weergave in de figuur perfect in overeenstemming met het werkelijk verloop van de lopende gemiddelde waarnemingen, zoals die gegeven zijn in Fig. 16-30.

Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van *Eledone*. Deze soort neemt in de loop van de 30er jaren toe, gevolgd door een afname tot 1940. Na 1945 treedt een toename op tot 1950, daarna een stabilisatie tot het begin van de 60er jaren; daarna een toename, gevolgd door een sterke afname in de 70er jaren, en een stabilisatie van 1980 af. De vector van *Eledone* is lang, dus de door de figuur gegeven benadering zal goed zijn. Dit blijkt inderdaad uit een vergelijking met Fig. 21.

3.4. GEGEVENS UIT DE VISSERIJSTATISTIEK

Van drie soorten crustaceae, de zee kreeft, de Noorse kreeft en de Noordzeekrab zijn gegevens van de ICES (Bulletin Statistique des Pêches maritimes) beschikbaar van de hoeveelheid gevangen door commerciële vissersvaartuigen van de landen gelegen rond de Noordzee.

De aanvoer-gegevens van de zee kreeft (*Homarus gammarus*) laten na 1960 een sterke daling zien (Fig. 34); aan het eind van de 70er jaren stabiliseren de vangsten zich op een veel lager niveau. In de gegevens van het archief (Fig. 22) treedt na 1960 een grote piek op die ontbreekt in de ICES vangstcijfers. Verder komen de beelden van beide reeksen gegevens globaal overeen.

De vangstcijfers van de Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) tonen van ongeveer 1950 af een sterke en voortdurende toename (Fig. 35). De sterke daling van de bijvangsten van *Nephrops* in het archief (Fig. 23) geven precies het tegenovergestelde beeld te zien.

De vangstcijfers van de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) geven, in tegenstelling met beide voorgaande soorten, een vrij stabiel beeld te zien (Fig. 36). De gegevens uit het archief (Fig. 24) geven daarentegen een afname te zien, onderbroken door een piek in de 60er jaren, en het ophouden van de meldingen in de jaren 70.

4. ECOLOGISCHE PROFIELEN

De ecologische profielen zijn samengesteld, gebaseerd op grond van literatuurgegevens. Er is niet gestreefd naar volledigheid, en per soort worden de belangrijkste referenties gegeven.

Wulk (*Buccinum undatum* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De wulk komt vooral op zandbodems voor en graaft zich vaak in, zodat alleen de top van de siphon boven het sediment uit komt. Het voorkomen is beperkt tot het sublittoraal. De wulk komt voor in estuariën, echter niet in water met een saliniteit S lager dan 20 (STAALAND, 1970). Ze groeien in het Thames estuarium in hun eerste jaar



Wulk *Buccinum undatum* Linnaeus 1758

tot 2½ cm schelpenlengte, met afnemende groei in de daarop volgende jaren. Wulken kunnen 10 jaar of ouder worden (HANCOCK, 1967). De maximale grootte wordt in Schotland gevonden: ruim 15 cm. De voornaamste vijanden van de wulk zijn de kabeljauw, de hondshaai en krabben.

Verspreiding: Het verspreidingsgebied van de wulk strekt zich uit van IJsland en de Noordkaap tot in Zuid-Europa. De wulk komt ook voor in het meest westelijke deel van de Oostzee en in de Middellandse Zee tot aan Sicilië (HAVINGA, 1929).

Voortplanting: De wulk is geslachtsrijp bij een schelpenlengte van 5-7 cm. Het paaien begint in november als de watertemperatuur beneden de 9°C is. Het aantal eieren per moederdier bedraagt 90-250 duizend. Deze zitten in eikapsels die elk ongeveer 3000 eieren bevatten (HANCOCK, 1967). Het overgrote deel van de eieren dient als voedsel voor de grootste larven ("nurse eggs"), zodat het totaal aantal uitkomende jongen per moederdier uiteindelijk 500-2200 bedraagt (HANCOCK, 1973). De jongen komen uit in februari-maart (HANCOCK, 1967). De jonge dieren bezitten dan reeds een schelp van 3 mm lengte en beginnen hun leven direct op de bodem.

Voedsel: De wulk is een carnivoor die zich voedt met levende en met dode, maar verse dieren. Hij spoort voedsel op met een goed ontwikkeld reuk-orgaan, het osphradium, waar door de siphon water langs geleid wordt. De wulk eet vooral polychaeten en bivalven, echter ook crustaceae. Bivalven worden geopend door de onderkant van de eigen schelp tussen de kleppen van het openstaande schelpdier te steken (NIELSEN, 1975). De voet kan de schelpkleppen verder uittrekken. Kokkels worden veel gegeten omdat ze geen ontsnappingsreactie vertonen. Verder worden vooral zwakke bivalven gegeten (HANCOCK, 1960; NIELSEN, 1975).

Visserij: Er bestond een kustvisserij op wulken langs de Engelse oostkust (met potten) en dit type visserij bestaat nog aan de Engelse zuidkust. In Nederland bestond een wulkenvisserij in de Waddenzee tot 1970. Ten W. van Normandië bestaat een kustvisserij op wulken.

Noordhoren (*Neptunea antiqua* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De noordhoren komt altijd sublittoraal voor. Hij is goed aangepast aan saliniteiten tussen 20 en 35. Beneden deze waarde is de aanpassing minder en S=10 is lethaal (STAALAND, 1972). Ondanks het feit dat *Neptunea* aas eet wordt de kruipsnelheid nauwelijks beïnvloed door de geur van aas. Grote exemplaren zouden aanmerkelijk ouder kunnen zijn dan 10 jaar (PEARCE & THORSON, 1967).



Noordhoren *Neptunea antiqua* Linnaeus 1758

Verspreiding: *Neptunea* is een boreale soort die vooral voorkomt in het koud-gematigde deel van Europa, tot de Golf van Biskaje en alle delen van de Britse eilanden en Ierland. Hij komt weinig voor in de zuidelijke Noordzee, veel in de noordelijke Noordzee en het Skagerrak, tot de Faroë eilanden en Noorwegen tot zuidelijk van de Lofoten (PEARCE & THORSON, 1967).

Voortplanting: Mannelijke *Neptunea*'s worden geslachtsrijp als de schelp 5-6 cm lang is, vrouwelijke *Neptunea*'s bij 8 cm. In de Noordzee is het broedseizoen van januari tot maart. Per moederdier worden 12-100 eicapsules gelegd, 1-2 cm groot, die elk 5000 eieren bevatten. Hiervan ontwikkelen zich er 1 of 2 tot embryo's, de andere ("nurse-eggs") worden door deze opgegeten. Er is geen pelagisch larvenstadium. Na 5-5½ maand komt de jonge slak uit de capsule, die reeds een schelp heeft van 2 of meer windingen, 6-12,7 mm lang is

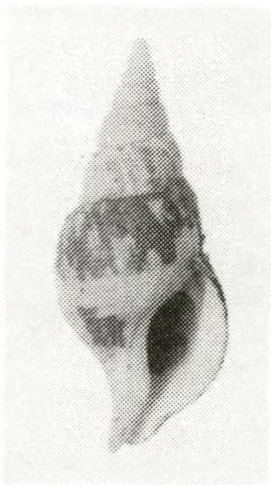
en meteen tot leven op de bodem overgaat (PEARCE & THORSON, 1967).

Voedsel: *Neptunea* is zowel carnivoor als aaseter. De speekselklieren scheiden een sterk gif af (tetramine) dat verlammend zou werken op prooidieren (JUSTESEN, 1965). De proboscis kan worden uitgestoken tot $1\frac{1}{2}$ maal de lengte van de schelp. Het voedsel bestaat uit lamellibranchen (ook de siphons), polychaeten, ascidien, jonge echinodermen en planarien; vooral lamellibranchiaten en polychaeten (PEARCE & THORSON, 1967).

Visserij: Er is geen commerciële visserij op *Neptunea*, in verband met het gif in de speekselklier.

Slanke noordhoorn (*Colus gracilis* da Costa 1778)

Voorkomen: De slanke noordhoorn komt voor op zandige en modderige bodems, een enkele keer in de getijzone maar gewoonlijk op diepten van 30 tot 800 m. In het zuidelijke deel van zijn verspreidingsgebied is hij zeldzamer en komt hij op grotere diepten voor (FRETTER & GRAHAM, 1985).



slanke noordhoren *Colus gracilis* da Costa 1778

Verspreiding: *Colus* komt voor langs de N.O. Atlantische kust van Noorwegen tot aan Portugal. Hij komt niet voor in de Oostzee, wel tot in het Kattegat. Hij is zeldzaam in de zuidelijke Noordzee

en het Kanaal (VAN BENTHEM JUTTING, 1933; FRETTER & GRAHAM, 1985).

Voortplanting: Er is weinig bekend van de voortplanting van *Colus*. Lensvormige eicapsules worden afzonderlijk vastgehecht aan stenen en andere vaste voorwerpen. Ze hebben een grote, excentrische gelegen opening, die met een plug gesloten is tot de jonge dieren er door naar buiten komen. Het is niet bekend maar het lijkt aannemelijk dat net als bij *Buccinum* en *Neptunea* aanvankelijk vele eieren aanwezig zijn waarvan de meeste als voedsel worden gebruikt voor de 1-2 embryo's die zich volledig ontwikkelen tot jonge dieren. Er is geen pelagisch larvenstadium. De uitgekomen jonge dieren beginnen hun leven op de bodem (FRETTER & GRAHAM, 1985).

Voedsel: *Colus* is een carnivoor, waarschijnlijk ook een aaseter, die dode of verzwakte prooi opzoekt. Hij kan zijn proboscis tussen de schelpkleppen van bivalven steken maar niet door de schelp boren (FRETTER & GRAHAM, 1985).

Visserij: Er bestaat geen commerciële visserij op *Colus*, daar deze niet wordt gegeten (FRETTER & GRAHAM, 1962).

Gewone zeekat (*Sepia officinalis* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De gewone zeekat leeft op zachte bodems, waar hij zich overdag ingraaft. 's Nachts gaat hij voedsel zoeken. *Sepia* kan goed zwemmen en kan aanzienlijke afstanden afleggen. *Sepia* vangt prooi terwijl hij verborgen ligt in het zand, maar kan de prooi ook zwemmend achtervolgen. De prooi wordt op het zicht opgespoord (BOUCAUD-CAMOU, 1990).

Verspreiding: *Sepia* komt voor langs de Atlantische oostkust en in de Middellandse Zee tot op een diepte van 150 m. Ze leven in littorale wateren gedurende de zomer; als het kouder wordt gaan ze naar dieper water (BOUCAUD-CAMOU, 1990).

Voortplanting: *Sepia* wordt geslachtsrijp als ze 18-22 maanden oud zijn. Ze zijn dan 20-30 cm lang en wegen 1-2 kg (BOUCAUD-CAMOU, 1990). Het voortplantingsseizoen is in het voorjaar (maart-juni) en de

Sepia's verzamelen zich dan in de ondiepe littorale wateren. De eieren hebben een doorsnede van 8 mm en worden afgezet op buisvormige voorwerpen (wormkokers, algen, enz.). De oude dieren sterven na het afzetten van de eieren. Ze zetten maar eenmalig eieren af in hun bestaan. Het uitkomen van de eieren duurt 1½ maanden. De jonge dieren zijn gelijk gevormd aan volwassen dieren en beginnen hun leven meteen op de bodem waar zij kleine crustaceae vangen.

Voedsel: *Sepia* is een predator die zich met levende prooi voedt. Vooral benthische crustaceae, vissen en andere cephalopoden vormen het voedsel. Crustaceae (68%) zijn verreweg het belangrijkste (GUERRA, 1985). Het aandeel van de vissen (30%) in het voedsel stijgt met de toenemende grootte. Cephalopoden vormen slechts 2-7% van het voedsel (GUERRA, 1985). De schilden van de crustaceae worden niet opgegeten; het vlees wordt

er door de *Sepia* uitgehaald. De vertering is efficiënt, omdat *Sepia* 2 magen heeft en gebruik maakt van krachtige proteolytische enzymen.

Visserij: Er bestaat een commerciële visserij op *Sepia* in N.W. Afrika en de westelijke Middellandse Zee. De visserij in N.W. Europa is minder belangrijk.

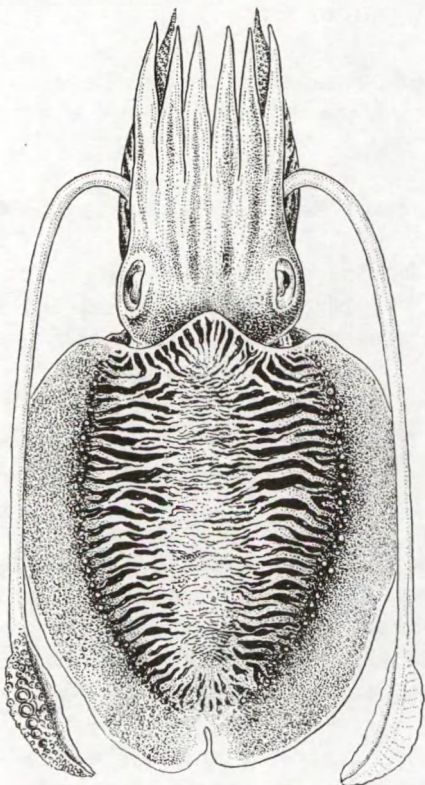
Gewone pijlinktvis (*Loligo vulgaris* Lamarck 1798)

Voorkomen: De gewone pijlinktvis is een actieve zwemmer die langs de Atlantische kust trekt: in het voorjaar (april-mei) naar het noorden en naar de kust, in de zomer (mei-augustus) het omgekeerde. In de Middellandse Zee vindt verticale migratie plaats. Ze komen voor binnen een saliniteit S van 30,3 tot 34 (TINBERGEN & VERWEY, 1946; MANGOLD-WIRZ, 1963). Hoewel op basis van lengtefrequentie een maximale leeftijd van 2 jaar tot 30 maanden werd aangenomen (MANGOLD-WIRZ, 1963), blijkt uit analyse van statolithen een maximale leeftijd van 1 jaar (NATSUKARI & KOMINE, 1992).

Verspreiding: *Loligo vulgaris*, duidelijk te onderscheiden van de verwante soort *Loligo forbesi*, komt voor aan de oostelijke zijde van de Atlantische Oceaan van 21 tot 59° NB. Hij komt eveneens voor in het westelijke deel van de Oostzee en waarschijnlijk langs de Noorse kust. Hij komt ook in de Middellandse Zee voor (TINBERGEN & VERWEY, 1946).

Voortplanting: In de Noordzee komen de dieren onder de kust in april. De eieren worden gelegd van mei tot begin augustus met een piek in de tweede helft van mei. De eieren komen uit in juni-juli. Als de jongen uit het ei komen zijn ze 5 mm lang. Ze leven eerst enkele weken planktonisch. De preciese tijdsduur is niet nauwkeurig bekend. Na 2-3 maanden gaan zij tot het gedeeltelijk leven op de bodem over. In de Middellandse Zee duurt de voortplantingsperiode veel langer: van januari-oktober. De eiafzetting vindt over deze periode vooral plaats gedurende maart-juli, met een piek in juni. Het aantal eieren bedraagt 3000-6000, afhankelijk van de grootte van het moederdier (TINBERGEN & VERWEY, 1946; MANGOLD-WIRZ, 1963)

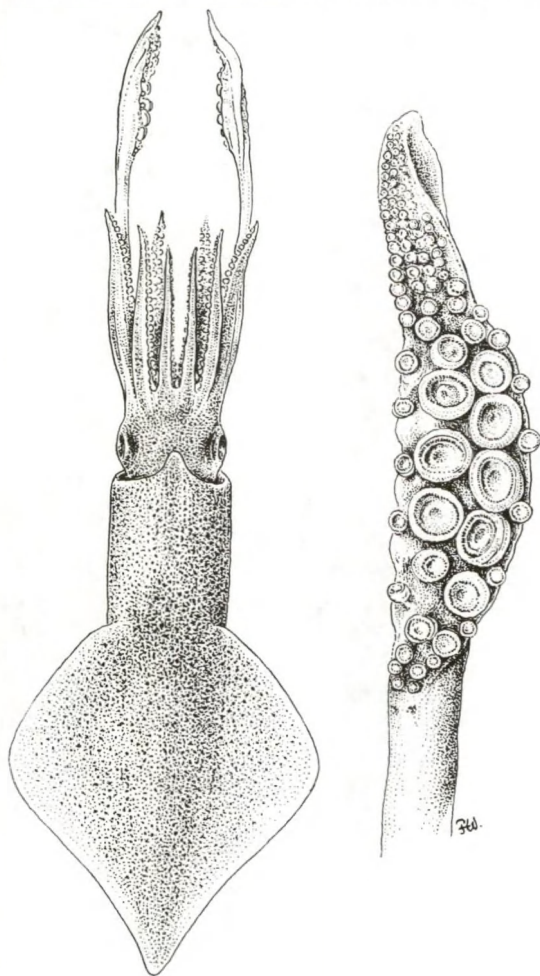
Voedsel: *Loligo* is een actieve predator, die veel zwemt en vooral crustaceae, vissen en andere



Gewone zeekat *Sepia officinalis* Linnaeus 1758

pijlintvissen vangt. Van de vis wordt het vlees van de graten afgehaald.

Visserij: Er bestaat enige commerciële visserij, vooral van lokaal belang, op *Loligo vulgaris* in Z.W. Europa (Frankrijk en Spanje) en in de Middellandse Zee; deze laatste is het belangrijkste (WORMS, 1983).



Gewone pijlintvis *Loligo vulgaris* Lamarck 1798

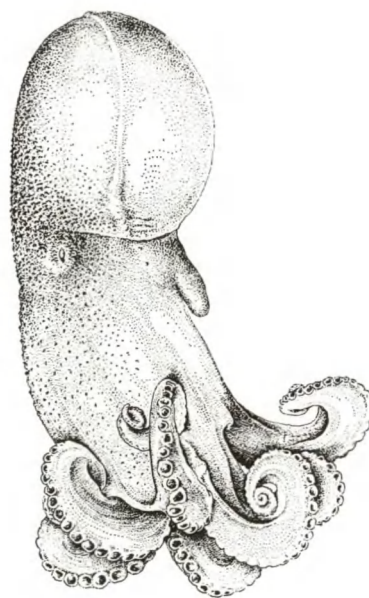
Kleine achterm (Eledone cirrhosa Lamarck 1798)

Voorkomen: De kleine achterm is een benthische soort. Hij bereikt in de Noordzee een maximaal gewicht van ongeveer 1 kg. In de Middellandse Zee echter is dit slechts een derde deel hiervan (MORIYASU, 1983). De geschatte levensduur bedraagt 18 maanden tot 2 jaar. *Eledone* vertoont in

de zomermaanden een snelle en efficiënte groei, terwijl deze 's winters stilstaat (BOYLE & KNOBLOCH, 1982).

Verspreiding: *Eledone* komt voor langs de oostkant van de Atlantische Oceaan tot 66-67° NB, en in het westelijke deel van de Middellandse Zee (MORIYASU, 1983). Hij komt voor op diepten van 30-150 m. *Eledone* vertoont een seizoensgebonden trek: 's zomers (mei-september) verblijft hij onder de kust, vooral in warme zomers, en 's winters trekt hij naar dieper water.

Voortplanting: De mannelijke dieren zijn veel kleiner dan de vrouwelijke. De vrouwelijke dieren worden geslachtsrijp als ze 1½ jaar oud zijn, de mannelijke dieren enkele maanden eerder (MORIYASU, 1988). In de Noordzee worden de eieren (7 mm lang) afgezet van augustus tot december. Na 4 maanden incubatie komen de eieren uit en vrij snel hierna sterven de ouderdieren. De larven, 3 mm lang bij het uitkomen, zijn planktonisch (BOYLE & KNOBLOCH, 1983; MANGOLD *et al.*, 1971). De jongen passen zich vrij snel aan een benthische levenswijze aan (MORIYASU, 1983).



Kleine achterm *Eledone cirrhosa* Lamarck 1798

Voedsel: Het voedsel van *Eledone* bestaat vrijwel uitsluitend uit crustaceae: zoals krabben, de Noorse kreeft en garnalen. Er is waargenomen dat ze ook op haring- en makreelaas van vissers afkomen (ISGROVE, 1909). *Eledone* haalt het vlees uit de krabben en eet het skelet niet op (BOYLE & KNOBLOCH, 1982). Het speeksel van *Eledone* heeft een verlamende uitwerking op crustaceae. Het bevat veel chitinase en proteinasen, die de spieren van de carapax kunnen losmaken (GRISLEY & BOYLE, 1990). *Eledone* boort vaak gaten in de carapax van crustaceae ter hoogte van het hart; dit zou wellicht verspreiding van het giftige speeksel kunnen bevorderen (BOYLE & KNOBLOCH, 1981; NIXON & BOYLE, 1982).

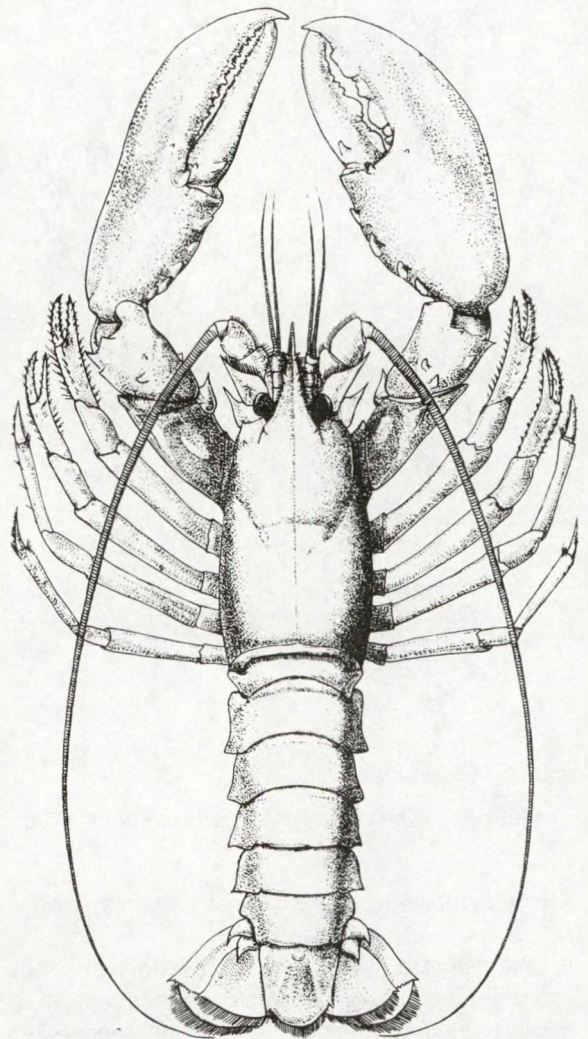
Visserij: Er bestaat geen commerciële visserij op deze soort in de Noordzee. *Eledone* kan schadelijk zijn voor de krabben- en kreeftenvisserij doordat ze de vangst uit de potten verorbert.

Zeekreeft (*Homarus gammarus* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De zeekreeft komt vooral veel voor langs rotskusten tussen 0-40 m diepte waar hij gemakkelijk schuilplaatsen vindt, zoals bijvoorbeeld langs de Noorse en Schotse kust (APPELLÖF, 1909; HAVINGA, 1929). Hoewel het ontbreken van rotsen een beperkende factor voor het voorkomen is (HOWARD, 1980), kunnen zeekreeften ook leven in gegraven holen in samenhangend modderig zand (HOWARD & BENNETT, 1979) of veen (HAVINGA, 1929). *Homarus* is hoofdzakelijk 's nachts actief. De populaties zijn stationair en er is weinig trek. Ze verblijven 's winters vaak op grotere diepten dan 's zomers. Zeekreeften kunnen tot maximaal 50 cm lang en ongeveer 11 kg zwaar worden. Ze kunnen saliniteiten verdragen van 17 tot 46 (CHARMANTIER *et al.*, 1984). De leeftijd van kreeften is tot op heden niet met zekerheid vast te stellen.

Verspreiding: *Homarus* komt voor langs de gehele Atlantische oostkust van Tromsø (Noorwegen) tot Gibraltar. In de Middellandse Zee komt hij voor in het westelijke deel tot de Aegeïsche Zee. Hij ontbreekt in de Oostzee (APPELLÖF, 1909; HAVINGA, 1929).

Voortplanting: Het moederdier is geslachtsrijp bij een lengte van 24-25 cm en zet eens per 2 jaar eieren af in juli-augustus. Het aantal eieren per dier hangt af van de grootte en varieert van 8000 (bij een lengte van 25 cm) tot 32000 (bij een lengte van 37 cm). De eieren met een afmeting van 1,5-2 mm worden onder aan de staart gedurende 11-12 maanden geïncubeerd. Het moederdier blijft dan doorgaans in haar hol. Hierna komen de larven vrij, die dan een planktonisch bestaan leiden. Ze voeden zich met in de waterkolom zwevende organismen die ze pakken als ze er tegen aan komen (KURMALY *et al.*, 1990). Ze worden door de stroom verplaatst.



Zeekreeft *Homarus gammarus* Linnaeus 1758

Het planktonische larvenstadium duurt ongeveer 2 weken, afhankelijk van de temperatuur. Het vierde larvenstadium gaat tot een benthische levenswijze over. Ze zijn dan ongeveer 16 mm lang (APPELLÖF, 1909; HAVINGA 1929).

Voedsel: Het voedsel van de zee kreeft is vrijwel uitsluitend van dierlijke herkomst. De belangrijkste bronnen zijn vissen en weekdieren, dan volgen krabben, wormen en stekelhuidigen. Hiernaast wordt ook aas gegeten. Soms zijn wel eens algen in de maag gevonden (HAVINGA, 1929; BARKER & GIBSON, 1977). In het koude jaargetijde neemt hij weinig voedsel tot zich.

Visserij: Langs de Atlantische oostkust van Noorwegen tot Spanje is er een uitgebreide commerciële kreeftenvisserij. In Spanje en Portugal betekent deze visserij veel minder, en in de Middellandse Zee stelt deze weinig voor.

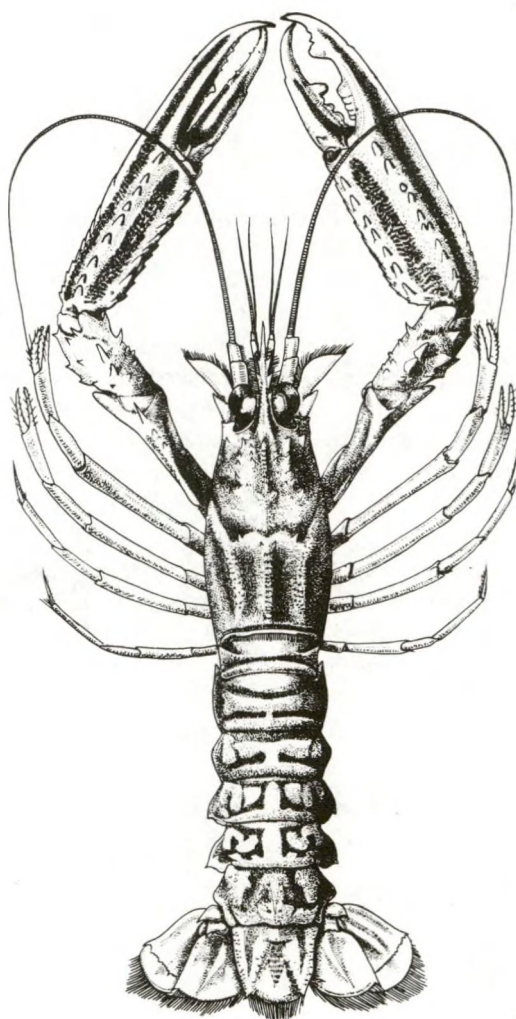
Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De verspreiding van *Nephrops* is beperkt tot een substraat van fijn, samenhangende modder waar ze zich kunnen ingraven. De holen hebben een horizontaal verlengde U-vorm die tot 30 cm diep kan zijn. *Nephrops* zit meestal bij de ingang, en verwijderd zich alleen om 's nachts voedsel te zoeken (CHARUAU, 1981).

Verspreiding : *Nephrops* is een boreale soort, die voorkomt op het continentaal plat van de N.O. Atlantische Oceaan en de westelijke Middellandse Zee. Hij wordt aangetroffen op een diepte van 15-800 m, en bij saliniteiten boven de 19. *Nephrops* vertoont geen migratie.

Voortplanting: De mannelijke *Nephrops* is geslachtsrijp bij een carapax breedte van 26 mm, de vrouwelijke bij een breedte van 20 mm. Ze hebben slechts 1 broedsel per jaar. Eieren worden gelegd in de voorzomer (juni). Per dier zijn dit er gemiddeld 2000 met een doorsnede van 1,5 mm. Het moederdier incubeert de eieren gedurende ongeveer 7 maanden. Gedurende deze tijd verlaat zij haar hol niet. De eieren komen 6-10 maanden na het leggen uit, en dan is er nog 30% van het oorspronkelijke

aantal over. Na 3 pelagische larvale stadia, die samen 2-3 weken duren, ontstaat een postlarvaal klein kreeftje dat tot het leven op de bodem overgaat. Als hij geen geschikte bodem vindt, valt hij ten prooi aan predatoren (FARMER, 1975; CHARUAU, 1981; HILLAND & WHITE, 1990).



Noorse kreeft *Nephrops norvegicus* Linnaeus 1758

Voedsel: *Nephrops* is een omnivoor, die leeft van dieren op en in de zeebodem. Crustaceae, bivalven en gastropoden zijn belangrijk als voedsel, maar hij eet ook anneliden, echinodermen en vissen. De larven leven van copepoden, kleine mysiden, kleine pijlwormen en larven van andere decapoden.

Plaatselijk kan afval van de visserij van belang zijn (FARMER, 1975, CHARUAU, 1981).

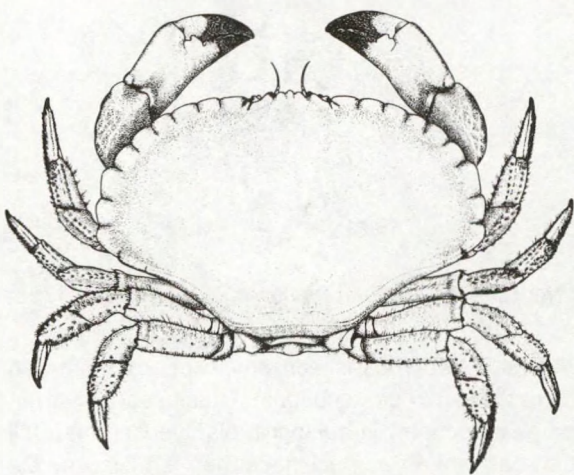
Visserij: Er bestaat een uitgebreide commerciële visserij op *Nephrops*. De grootste bevinden zich in Groot-Brittannië, Frankrijk en Ierland. Ook op de Noordzee wordt op *Nephrops* gevist. Aangezien er een groot deel van het jaar niet op de wijfjes gevist kan worden als ze ingegraven zitten, geeft dit een zekere bescherming van de stand tegen overbevissing (FARMER, 1975).

Noordzeekrab (*Cancer pagurus* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De Noordzeekrab komt voor van de getijzone tot een diepte van 300 m, maar gewoonlijk in grotere aantallen tussen de 20-200 m diepte. De jonge dieren komen het meest onder de kust voor. De grotere migreren naar dieper water. De Noordzeekrab kan zowel op rotsbodem, zandbodem en slikkige bodem worden aangetroffen; echter van de grotere dieren in dieper water leven de wijfjes op zachte bodem en de mannetjes op harde (rotsige) bodem (CUILLANDRE *et al.*, 1984; LE FOLL, 1986).

Verspreiding: De Noordzeekrab komt voor langs de oostkusten van de Atlantische Oceaan van Noord-Scandinavië tot Marokko, en in de Middellandse Zee tot de Aegeïsche Zee.

Voortplanting: De wijfjes migreren veel verder dan



Noordzeekrab *Cancer pagurus* Linnaeus 1758

de mannetjes, en in een richting tegengesteld aan de stroom. Hiermee wordt vooruit gelopen op de migratie van de larven tijdens hun pelagische bestaan. Geslachtsrijpheid wordt (in Bretagne) bereikt bij de mannetjes als ze 6,5 cm lang zijn en bij de wijfjes als ze 7,3 cm zijn (op een leeftijd van respectievelijk 2½ en 3 jaar). De eieren worden gelegd tussen november en februari-maart. Het aantal eieren per wijfje bedraagt 200 duizend tot 3 miljoen afhankelijk van de grootte van het vrouwtje (LE FOLL, 1986). De eieren worden vastgekleefd aan de pleopoden van het wijfje en gedurende 6 maanden geïncubeerd. Hierna komen de eieren uit en de larven leven dan 6-8 maanden pelagisch, afhankelijk van de temperatuur. Als ze 2,5 mm zijn gaan ze over tot een benthische levenswijze. Gedurende de eerste periode van benthisch leven ondergaan ze een zware predatie, vooral van vissen (CUILLANDRE *et al.*, 1984).

Voedsel: De Noordzeekrab leeft vooral van mollusken, wormen, zeekomkommers en kleine crustaceae. Hij kan diep graven in het sediment om schelpdieren te bemachtigen.

Visserij: Er bestaat een visserij op de Noordzeekrab langs de gehele Europese westkust. Het overgrote merendeel wordt gevangen in Frankrijk en Engeland (CUILLANDRE *et al.*, 1984).

Fluwelen zwemkrab (*Macropipes puber* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De fluwelen zwemkrab is een bewoner van rotsachtige kusten. In Nederland is hij een bewoner van de voet van dijken in Zeeland, in spleten en hopen tussen stenen (WOLFF, 1966). De dieren verschalen gedurende het gehele jaar.

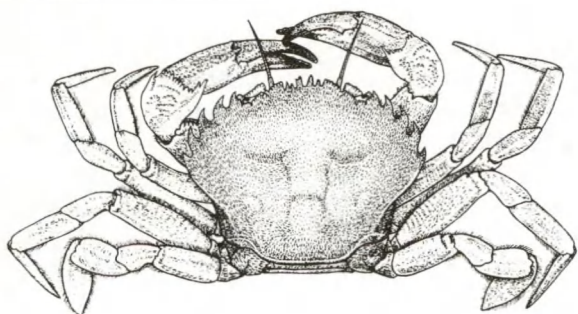
Verspreiding: De fluwelen zwemkrab is een zuidelijke soort, die in Nederland aan de noordgrens van zijn areaal zit. Het voorkomen is zeer wisselvallig (WOLFF, 1966). Het voorkomen in de Noordzee is afhankelijk van de populatie in het Kanaal.

Voortplanting: Bij de mannetjes is 50% van de populatie geslachtsrijp bij een carapax breedte van 5,7 cm en bij de wijfjes bij een carapax breedte van 5,0 cm. De eieren hebben een afmeting van 0,36-

0,46 mm en komen uit na 48 dagen bij een temperatuur van 12-13°C. Van januari-maart komt het hoogste percentage wijfjes met eieren voor, hoewel het gehele jaar door wijfjes met eieren worden aangetroffen. Per wijfje worden 35-450 duizend eieren gelegd (GONZALEZ-GURRIARAN, 1985). Op onze kusten vindt waarschijnlijk alleen broedsucces plaats in gunstige voorjaren van larven afkomstig uit het Kanaal (WOLFF, 1966).

Voedsel: De fluwelen zwemkrab eet vooral dierlijk voedsel: mollusken en crustaceae. Dieren die een carapax breedte hebben van meer dan 4 cm eten hiernaast ook echinodermen. Verder bestaat een klein deel van het voedsel uit algen (GONZALEZ GURRIARAN, 1978).

Visserij: Er bestaat alleen een visserij op de fluwelen zwemkrab in Spanje.



Fluwelen zwemkrab *Macropipes puber* Linnaeus 1758

Helmkrab (*Corystes cassivelaunus* Pennant)

Voorkomen: De helmkrab komt alleen voor op plaatsen met schoon zand. Hij leeft sublittoraal tot een diepte van 100 m. Ze leven het grootste deel van de tijd ingegraven in het zand. Alleen de toppen van de flagellae van de antennae raken de oppervlakte van het zand. Ademhaling is mogelijk door morphologische aanpassing van de antennae en monddelen. De dichtheid van de ingegraven krabben is laag: ongeveer 1 per 50 m² (HARTNOLL, 1972).

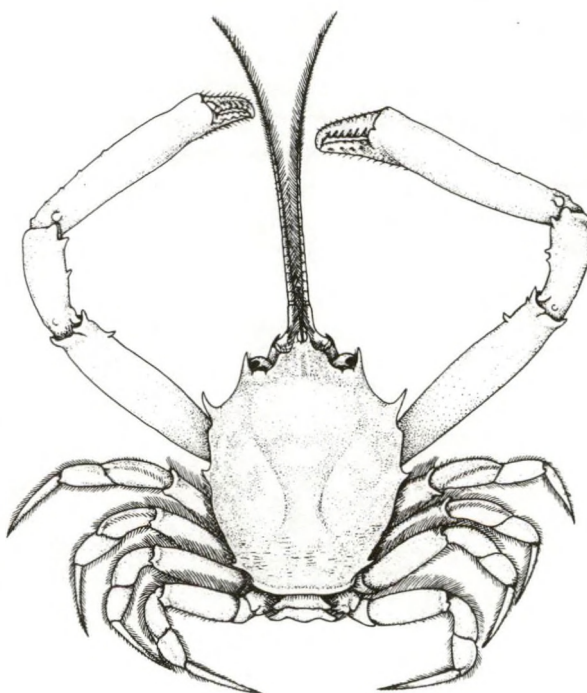
Verspreiding: De helmkrab is een soort van boreale en gematigd koele gebieden. Hij komt voor aan de oostzijde van de Atlantische Oceaan van 37° NB (Portugese kust) tot 59° NB (westkust Zweden).

Tevens komt hij voor tot het noordelijke deel van het Kattegat, en in de Middellandse Zee tot de Adriatische en Aegeïsche Zee (HARTNOLL, 1972).

Voortplanting: In het voortplantingsseizoen (april-juni) komen de dieren boven het zand. Niet geslachtsrijpe helmkrabben worden overdag nooit aan de oppervlakte gevonden. De mannetjes zijn geslachtsrijp bij een carapax lengte van 3,4 cm en de wijfjes bij een lengte van 2,8 cm. De eieren worden gelegd in mei-juni. Ze hebben een incubatie periode van ongeveer 10 maanden en komen het volgende jaar in maart-april uit (HARTNOLL, 1972).

Voedsel: De helmkrab voedt zich 's nachts, waarbij hij uit het zand aan de oppervlakte komt. Hij eet vooral amphipoden en lamellibranchen, hiernaast ook wel polychaeten. Het hangt van de plaats af welk aandeel elke diergroep in de voeding heeft, met name van de amphipoden (HARTNOLL, 1972).

Visserij: Er bestaat geen commerciële visserij op de helmkrab.



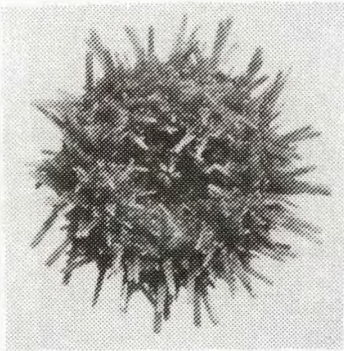
Helmkrab *Corystes cassivelaunus* Pennant

Gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris* Gmelin)

Voorkomen: *Psammechinus* komt voor tot een diepte van 100 m (CRANMER, 1985). Hij leeft sublittoraal en komt veel voor op losse en vastzittende bruinwieren (BEDFORD & MOORE, 1985). Hij zit ook wel onder stenen en op rotsen in de getijzone. De grootste afmeting bedraagt 5 cm diameter (MORTENSEN, 1977). De groei van het skelet is beperkt tot het voorjaar en de vroege zomer. Buiten deze periode is de groei zeer langzaam of staat zelfs stil. Na 1 jaar heeft *Psammechinus* een doorsnede van 2 cm en na 6 jaar van 3,9 cm (BULL, 1939; GAGE, 1991).

Verspreiding: *Psammechinus* komt voor van de Trondheim fjord en IJsland tot Marokko en de Azoren, en in het westelijke deel van de Oostzee. Hij komt niet voor in de Middellandse Zee (JENSEN, 1969; MORTENSEN, 1977).

Voortplanting: Het voortplantingsseizoen is in Schotland van juni tot augustus, bij Bergen (Noorwegen) van juni tot oktober en in de Øresund (Denemarken) nog 2 maanden langer. In Schotland worden pluteuslarven aangetroffen tussen juli en september. In de Øresund worden larven gevonden van het vroege voorjaar tot december en jonge exemplaren op de bodem van augustus tot oktober. In Zeeland is het voortplantingsseizoen in juni en juli (JENSEN, 1969; SUKARNO *et al.*, 1980). De dieren zijn geslachtsrijp in hun tweede jaar. Het planktonische larvenstadium duurt ongeveer 4 weken (JENSEN, 1969).



Gewone zeeappel *Psammechinus miliaris* Gmelin

Voedsel: Voor pas gesettelde larven zijn bryozoën zeer belangrijk voedsel (JENSEN, 1969). Volgens BEDFORD & MOORE (1985) zou *Psammechinus* hoofdzakelijk herbivoor zijn en van bruine zeewieren zoals *Laminaria*, leven. Wieren die een begin van verrotting vertonen zouden het best worden verteerd. Hij leeft niet van microben op de wieren en neemt geen opgeloste stoffen uit het water op (BEDFORD & MOORE, 1985). Volgens HANCOCK (1957) eten ze ook zeepokken, kokkels, ascidien, boorsponzen en wormen.

Visserij: er bestaat in de Noordzee geen commerciële visserij op zeeappels.

Purperen zeeklit (*Spatangus purpureus* O.F. Müller)

Voorkomen: De purperen zeeklit heeft een voorkeur voor vrij grof zand of grind, waarin hij volledig ingegraven zit. Er is ook een vorm die in modderige bodem leeft. Deze is ronder dan de normale vorm. Hij komt voor van vlak onder de getijzone tot 900 m diepte (FISH & FISH, 1989). Een kleine bivalve, *Montacuta substriata* Montagu, wordt soms vastgehecht aan de stekels aangetroffen (MORTENSEN, 1977).

Verspreiding: *Spatangus* komt voor langs de Atlantische oostkust van de Noordkaap tot de Azoren en in de Middellandse Zee en in de Noordzee tot in het Skagerrak (ENGEL, 1932; MORTENSEN, 1977).

Voortplanting: De geslachten zijn gescheiden en de voortplanting vindt plaats in de zomermaanden. De larven zijn pelagisch en worden gekenmerkt door enorm lange posteriore uitsteeksels (MORTENSEN, 1977; FISH & FISH, 1989).

Voedsel: Het voedsel van *Spatangus* bestaat uit detritus en allerlei bodemorganismen, die met behulp van de buisvoetjes rondom de mond uit het zand worden gesorteerd (MORTENSEN, 1977; FISH & FISH, 1989).

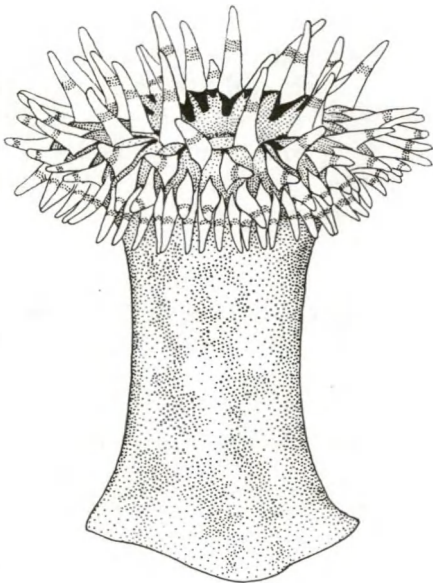
Visserij: Er bestaat geen commerciële visserij op *Spatangus*.

Zeedahlia (*Tealia felina* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De zeedahlia komt voor van de *Laminaria* zone in de getijdezone tot een diepte van 800 m. Hij kan vrij groot worden tot een doorsnede van 30 cm. Hij is vastgehecht aan rotsen en keien, dicht bijeen, ook in gebieden die aan sterke golfslag blootstaan. De kleur en vorm zijn zeer veranderlijk. Aan de "stam" zitten schelpen en kiezelsteentjes gehecht (GRIMPE & WAGLER, 1937; MANUEL, 1988; FISH & FISH, 1989).

Verspreiding: *Tealia* komt voor in het noordelijke deel van de Atlantische Oceaan, van noordelijk Rusland tot de Golf van Biskaje. Hij komt ook voor in het Skagerrak en in de Deense wateren tot het gebied ten zuiden van Bornholm (GRIMPE & WAGLER, 1937; MANUEL, 1988). Hij ontbreekt in de Middellandse Zee.

Voortplanting: *Tealia* kan zich voortplanten door splitsing. Hiernaast bestaat er een geslachtelijke voortplanting via planulalarven. Deze worden gedurende het gehele jaar gevormd en zijn pelagisch (MANUEL, 1988; FISH & FISH, 1989).



Zeedahlia *Tealia felina* Linnaeus 1758

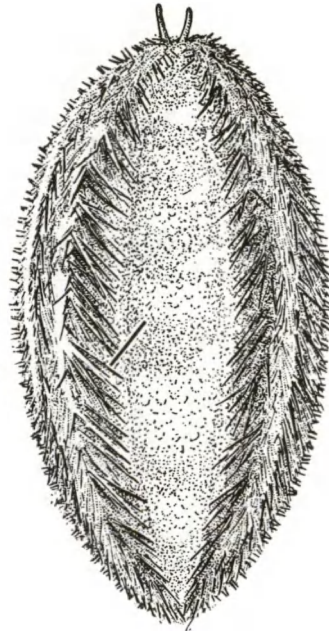
Voedsel: *Tealia* is een carnivoor die zijn prooi grijpt met zijn van netelcellen voorziene tentakels.

Visserij: Er bestaat geen commerciële visserij op *Tealia*.

Fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata* Linnaeus 1758)

Voorkomen: De fluwelen zeemuis komt ondiep onder het oppervlak voor in bodems die modderig zijn, vaak op diepten van 20-35 m. Er zijn ook vangsten bekend van 580 m diepte. De lengte bedraagt doorgaans 10-12 cm. De dorsale "vacht" heeft een schutkleur en dient als zeef en beschermt de dorsale oppervlakte tegen dichtplakken met modder (FORDHAM, 1925). *Aphrodite* verdedigt zich door uit de darm een troebele bruine wolk uit te scheiden die predatoren afschrikt (DARBOUX, 1900).

Verspreiding: *Aphrodite* komt voor langs de kusten van de Noordzee, de westelijke Oostzee, de Middellandse Zee en de kust van Noord-Amerika (Fordham, 1925).



Fluwelen zeemuis *Aphrodite aculeata* Linnaeus 1758

Voedsel: *Aphrodite* is een carnivoor. Ze eten grote sedentaire en actieve polychaeten als *Nephtys* en *Nereis*; geen detritus of sediment (METTAM, 1980). Ze eten ook isopoden, amphipoden, hydroiden, sponzen, kleine mollusken (gastropoden) en holothuriën (DARBOUX, 1900).

Visserij: Er bestaat geen commerciële visserij op *Aphrodite*.

5. VERGELIJKING VAN DE VERSPREIDINGS-PATRONEN MET DE RESULTATEN VAN DE AURELIA-CRUISES (1972-1980)

In de periode 1972-1980 zijn sleepnet vangsten gedaan in een gebied op het Nederlands Continentaal Plat, de zogeheten "Aurelia-cruises" (VAN NOORT *et al.*, 1979; 1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1986). Het beviste gebied werd begrensd tussen 52° NB en 54° NB en tussen 2°20' OL en 5°00' OL, hetgeen dus in grote lijnen overeenkomt met het in dit rapport onderzochte gebied. In totaal werden in dit gebied 80 stations bevist. Op elk station werd een trek van 10 minuten uitgevoerd die een gebied van 10000 m² bestreek. Tussen 1972 en 1976 werden 7 cruises in dit gebied uitgevoerd. In 1980 werd speciaal het gebied ten noorden van de Waddeneilanden bemonsterd, dat ten noordoosten ligt van het gebied van de eerdere cruises. Bij deze cruises werden 8 soorten evertetraten gevangen die eveneens zijn beschreven in dit rapport. Bij een vergelijking van de resultaten van de "Aurelia" cruises met de bijvangsten van commerciële vissersvaartuigen, beschreven in dit rapport, moet men rekening houden met de verschillen bij het vissen. Het motorvermogen van de "Aurelia" (totaal 600 pk) is veel geringer dan die van de meeste commerciële vissersvaartuigen. De tijdsduur van de trekken van de "Aurelia" is eveneens korter dan die van commerciële vissersvaartuigen, hetgeen een verschillende visserijintensiteit per lokatie ten gevolge heeft. De door de "Aurelia" gebruikte boomkor was veel lichter en had veel minder en bovendien lichtere "wekker" kettingen voor het net dan de commerciële vissersvaartuigen hebben, terwijl de grootte van de mazen van het net gebruikt door de "Aurelia" veel geringer was. De net efficiency voor al deze soorten is onbekend. In

hoeveer de vangsten de werkelijke aantallen weerspiegelen kan niet nagegaan worden.

Een vergelijking van de gecombineerde resultaten per diersoort van de "Aurelia" cruises met de resultaten van de bijvangsten in de periode 1970-1980 geeft het volgende beeld.

In de "Aurelia" cruises werd de wulk weinig of niet onder de kust aangetroffen, wel ver in zee. In 1980 werd de wulk ten noorden van de Waddeneilanden vrij algemeen ten noorden van 54° NB gevonden. In het in dit rapport beschreven onderzoek werden, behalve op de Noorderhaaks, eveneens geen wulken onder de kust aangetroffen.

In de "Aurelia" cruises werd de noordhoren niet onder de kust aangetroffen en nauwelijks ten zuiden van 54° NB. In 1980 werd de noordhoren eveneens ten N. van 54° NB aangetroffen, vooral ten westen van 5°30' OL. In het in dit rapport beschreven onderzoek werden noordhorens gevonden ten noordwesten van het Diepe Gat, terwijl hier door de "Aurelia" geen vondsten gedaan werden.

De slanke noordhoren werd in de "Aurelia" cruises in de jaren 1972-1974 niet onder de Nederlandse kust gevonden. In het in dit rapport beschreven onderzoek werd de slanke noordhoren ver in zee in het noordwesten van het gebied gevonden, ten noorden van 54° NB.

In de "Aurelia" cruises wordt de Noordzeekrab alleen vermeld in september en november 1975; hij werd weinig en verspreid gevonden. Dit komt overeen met de verspreiding vermeld in dit onderzoek. In VERWEY (1978) wordt vermeld dat veel krabben voorkomen tussen 52°30' en 54° NB op het Nederlandse Continentaal Plat, en veel langs de kust van Holland.

De helmkrab werd in de "Aurelia" cruises niet dicht onder de kust gevonden, wel verder in zee ten noorden van 53° NB, en boven de Waddeneilanden ten noorden van 54° NB. In het in dit rapport beschreven onderzoek kwam de helmkrab in de 70er jaren bij Den Helder wel dicht onder de kust voor, en bij het Diepe Gat en Vlieland. In VERWEY (1978) wordt eveneens vermeld dat helmkrabben tot vrij dicht onder de kust voorkwamen, en weinig voorkwamen in het noordwestelijk deel van het Nederlandse Continentaal Plat.

In de "Aurelia" cruises werd de gewone zeeappel niet dicht onder de kust aangetroffen, wel verder in zee over het gehele Nederlandse Continentaal Plat.

Boven van de Waddeneilanden was de gewone zeeappel vrij algemeen ten noorden van 54° NB. In het in dit rapport beschreven onderzoek werd de gewone zeeappel in de 70er jaren wel dicht onder de kust aangetroffen. Het voorkomen ten noorden van het Diepe Gat komt overeen met de "Aurelia" cruises.

De purperen zeeklit werd in de periode 1974-1976 tijdens de "Aurelia" cruises niet op het Nederlandse Continentaal Plat aangetroffen. In het in dit rapport beschreven onderzoek werd in de 70er jaren de purperen zeeklit wel aangetroffen op het Nederlandse Continentaal Plat, en wel in het Diepe Gatgebied en ten N. van 54° NB.

In de "Aurelia" cruises werd de fluwelen zeemuis aangetroffen in het slibgedeelte ten noorden van 53°30' NB, en nergens dicht onder de kust. In 1980 bleek hij boven van de Waddeneilanden algemeen ten noorden van 54° NB. In het in dit rapport beschreven onderzoek werd in de 70er jaren de fluwelen zeemuis wel ten zuiden van 54° NB aangetroffen, tot 53° NB met een concentratie bij het Diepe Gat.

Voor de diverse soorten komen de verspreidingspatronen redelijk overeen. Op grond van de in dit rapport geanalyseerde archief gegevens lijken een aantal soorten een ruimere verspreiding te hebben dan gesuggereerd wordt uit de "Aurelia" cruise gegevens. Dit kan mede veroorzaakt zijn door het veel intensiever bevissen van een bepaald gebied, met bredere korren. In hoeverre de commerciële vistuigen ook nog dieper de bodem kunnen doorwoelen is onduidelijk. Afgezien van dit verschil lijken de gegevens van de "Aurelia" cruises de in dit rapport beschreven verspreidingspatronen redelijk te ondersteunen.

6. MOGELIJKE OORZAKEN VAN DE WAARGENOMEN VERANDERINGEN

6.1. BRUIKBAARHEID VAN HET NIOZ-ARCHIEF

Het NIOZ-archief één van de langstlopende set gegevens over het voorkomen van evertetraten en vissen in de Noordzee. Voor wat betreft lange-termijn veranderingen in het Noordzee ecosysteem, gaat deze serie zelfs terug tot 1930 aan toe. Echter, het NIOZ-archief is in het verleden niet opgezet met

als doel uiteindelijk inzicht te kunnen krijgen in lange-termijn veranderingen. De vraag is dan ook, in hoeverre op grond van een dergelijke set gegevens verwacht kan worden dat de gevonden patronen een weerspiegeling vormen van de veranderingen zoals die in de Noordzee kunnen hebben plaatsgevonden.

Voor een dergelijke analyse zijn een aantal aspecten van belang. Allereerst wat bepaalde de registratie van een soort in het archief. Voor zover dit achteraf na te gaan is zijn er een drietal redenen: 1. alle zeldzame soorten werden ingeschreven die aangeland werden via de afslag van Den Helder; 2. alle aankopen, ook die ten behoeve van de doorverkoop van studiematerialen zijn vermeld; 3. meldingen van zeldzame soorten van buiten de visafslag van Den Helder zijn eveneens doorgegeven.

Dit betekent dat zowel de vraag als aanbod zijde variabel zal zijn geweest. Variabiliteit in de aanbod zijde wordt gerelateerd met het voorkomen in de Noordzee. Het feit dat ook materiaal, aangeschaft ten behoeve van studiemateriaal, ingeschreven is, creëert bij enkele soorten een variabiliteit aan de vraagkant.

De huidige analyse baseert zich op het standaardiseren van de geregistreerde aantallen in een melding van aan- dan wel afwezigheid gedurende een maand. De trend van een dergelijke gestandaardiseerde melding geeft een indicatie over de algemeenheid van een soort als melding. In het bijzonder voor de zeldzame soorten die niet commercieel verhandeld zijn in grote aantallen, dus waarbij de vraag constant was en het aanbod variabel, wordt gesteld dat het in deze gevallen gevonden lange termijn patroon een weerspiegeling vormt van de vangst. Of het daarmee ook een afspiegeling vormt van het voorkomen in de Noordzee, hangt waarschijnlijk mede af van de visserij inspanning, zowel in de vorm van hoeveelheid visserij als interesse om een soort te melden. De visserij intensiteit is in ieder geval sterk toegenomen, maar exacte gegevens ontbreken om hiervoor te corrigeren. In hoeverre individuele interesse van invloed is, blijft onduidelijk. Een eerste analyse van het effect van de beloning ten opzichte van de marktprijs op het aantal meldingen, toont geen relatie. Ook is er geen duidelijk patroon tussen de meldingen en de diverse schepen. Gezien de

betaalde prijzen, zal voor de gehele onderzoeksperiode gelden dat voor de vissers de argumenten om een vangst te melden en te verkopen, nooit van commerciële aard zullen zijn geweest.

Er zijn een tweetal indirecte argumenten, die suggereren dat gegevens uit het NIOZ-archief mogelijk kunnen zijn als een weerspiegeling van de lange termijn trend. Allereerst is er een duidelijk overheersend patroon in zowel de lange termijn patronen van de vissen (DE VOOYS *et al.*, 1991) als bij de evertetraten aanwezig, terwijl dit soorten zijn die zowel wat betreft de vraag als het aanbod sterk verschillen, van zeldzaam tot talrijk. De analyse van de lange termijn veranderingen in de patronen voor de vissen (DE VOOYS *et al.*, 1991) liet bovendien zien dat voor een soort, de grote pieterman, waarvan bekend is dat deze soort de laatste decaden zeer zeldzaam geworden is, het patroon uit het NIOZ-archief grote overeenkomst vertoonde met de actuele vangsten in de visserij. Bovendien bleek dit patroon het dominante patroon te zijn dat ook in een aantal andere soorten gevonden werd. Dit is een suggestie dat de patronen in het NIOZ-archief een weerspiegeling kunnen vormen van de werkelijke veranderingen. Echter de hier gepresenteerde resultaten dienen met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. Alle suggesties en conclusies in dit rapport moeten voor zover mogelijk verder getoetst worden. Hiervoor kunnen mogelijk de NIOZ-fuik gegevens (1960-heden) en de bijvangsten van de 'Demersal Young Fish Surveys' van het DLO-RIVO (1970-heden) gebruikt worden, hoewel deze sets van veel kortere tijdsduur zijn.

6.2. MOGELIJKE OORZAKEN VAN DE VERANDERING IN HET VOORKOMEN VAN DE AFZONDERLIJKE EVERTEBRATEN

Bij de interpretatie van de gevonden patronen in de 15 onderzochte evertetraten, wordt vooral aandacht besteed aan in hoeverre deze patronen bepaald dan wel beïnvloed kunnen zijn door veranderingen in visserij (o.a. intensiteit en invoering van de boomkor begin 70-er jaren), vervuiling, inclusief eutrofiëring, en klimaat. Op dit moment ontbreken gegevens om causale relaties te bewijzen.

De wulk (*Buccinum undatum*) is van ongeveer 1970 af zeer sterk afgenomen, vooral in het kust-

gebied. In het centrale deel van de Noordzee worden zij echter nog wel aangetroffen. In de Waddenzee is de wulk geheel verdwenen, terwijl er in 1969 door vissers nog ongeveer 27000 kg werd gevangen. Deze sterke achteruitgang is mogelijk veroorzaakt door een organische tinverbinding, tributyltin, die voorkomt in antifoulingverf waarmee schepen worden behandeld (GIBBS & BRYAN, 1986). Deze verfsoort kwam algemeen in gebruik omstreeks 1970. Tributyltin beïnvloedt de geslachtelijke ontwikkeling van de vrouwelijke dieren, die een ontwikkeling in mannelijke richting doormaken, en die in de purperslak negatief uitwerkt voor de vruchtbaarheid.

De noordhoren (*Neptunea antiqua*) komt weinig voor in de zuidelijke Noordzee, wel onder de Engelse kust. Het is een soort van kouder water, die alleen in die gebieden in de zuidelijke Noordzee gevonden wordt waar in de zomer gestratificeerd water voorkomt. Daar ook deze soort waarschijnlijk vaak ingegraven zit, is de toename na het begin van de jaren 60 mogelijk een effect van de visserij (invoering boomkor). De noordhoren is mogelijk ook gevoelig voor de inwerking van tributyltin; ook bij de noordhoren is een negatieve invloed op de voortplanting geconstateerd (TEN HALLERS-TJABBES, *et al.*, in voorbereiding). De afname en het verdwijnen in het vanggebied na 1970 is wellicht hieraan toe te schrijven. Dat dit effect vergeleken met de wulk langzamer gaat kan verband houden met het feit dat de noordhoren verder van de scheepvaartroutes voorkomt. Evenals de wulk is deze soort dicht onder de kust het eerst verdwenen.

De slanke noordhoren (*Colus gracilis*) is eveneens een soort van kouder water, die in de zuidelijke Noordzee alleen voorkomt in gebieden waar 's zomers gestratificeerd water voorkomt. De toename van de meldingen tussen 1960 en 1980 zou een effect van de visserij kunnen zijn. Ook de slanke noordhoren zou, evenals de voorgaande gastropoden, gevoelig kunnen zijn voor de inwerking van tributyltin; dit is echter niet onderzocht. De achteruitgang na 1970 en het verdwijnen in het vanggebied na 1980 is misschien hieraan toe te schrijven.

De gewone zeekat (*Sepia officinalis*) heeft zich goed weten te handhaven tussen 1930 en 1990. De lichte toename in het begin van de 60er jaren en de afname in de jaren 70 zou mede het gevolg kunnen

zijn van de invoering van de boomkorvisserij. Ook OOSTERBAAN (1989) vermeldt een afname na 1965. Over de toxicologie van cephalopoden is niets bekend. Daar de dieren echter alleen in het voorjaar en de voorzomer onder de kust aanwezig zijn, en buiten deze periode naar het Kanaal trekken, en de gewone zeekat bovendien een korte levensduur heeft, lijkt de invloed van vervuiling en visserij gering of ontbrekend te zijn. Het hoofdverspreidingsgebied van deze soort ligt buiten de Noordzee.

De gewone pijlintvis (*Loligo vulgaris*) heeft evenals de gewone zeekat zich goed gehandhaafd gedurende de onderzoeksperiode. In tegenstelling tot de gewone zeekat is er geen afname gedurende de 70er jaren. De gewone pijlintvis is een goede zwemmer en het is mogelijk dat hij hierdoor veel gemakkelijker aan de netten van de vissers kan ontsnappen. Ook bij de gewone pijlintvis lijkt het onwaarschijnlijk dat vervuiling op het voorkomen invloed heeft gehad.

De kleine achtarm (*Eledone cirrhosa*) toont een duidelijk ander beeld dan de beide voorgaande cephalopoden. De toename in de zestiger jaren wordt mogelijk veroorzaakt door de toenemende visserijintensiteit. De daling in de jaren 70 lijkt te steil om alleen een gevolg van de visserijintensiteit te kunnen zijn. In de 80er jaren wordt de kleine achtarm onder de kust niet meer gevangen; de mogelijkheid van invloed van vervuiling kan niet worden uitgesloten.

De zeekreeft (*Homarus gammarus*) is sinds het eind van de jaren 70 achteruitgegaan, en is na 1970 vooral uit de kustzone verdwenen. Zeekreeften leven tussen stenen op rotsige kusten waar met sleepnetten slecht gevestigd kon worden. Het verdwijnen van de zeekreeft uit de kustzone na 1970 zou misschien verband kunnen houden met een toenemende vervuiling. Over het effect van vervuiling op de zeekreeft zijn geen directe gegevens beschikbaar, maar het is bekend dat crustaceae gevoelig zijn voor acute toxiciteit (AHSANULLAH, 1976; AHSANULLAH & ARNOTT, 1978).

De Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) is in tegenstelling tot de zeekreeft beperkt tot gebieden met modderig zand waar hij door de visserij met sleepnetten effectief kan worden opgevestigd. Mogelijk heeft de sterk toegenomen visserijdruk tot gevolg gehad, dat het voorkomen van de Noorse kreeft in de bijvangsten sterk is terug gelopen, hetgeen blijkt

uit de archiefgegevens. Ook deze soort wordt na 1970 onder de kust minder gevangen. Het hoofdverspreidingsgebied ligt echter buiten het Nederlands Continentaal Plat.

De Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) komt in het algemeen gesproken volgens alle in dit rapport genoemde bronnen betrekkelijk weinig en verspreid voor op het Nederlandse Continentaal Plat. Hoewel de aanvoer op de visafslagen vrij stabiel blijkt gedurende de laatste 40 jaar, houdt het aanbrengen van de Noordzeekrab in de loop van de jaren 70 op. Na 1970 wordt de Noordzeekrab dicht onder de kust niet meer gemeld. Misschien kan vervuiling hierin een rol hebben gespeeld.

Het zeer wisselvallige voorkomen van de fluwelen zwemkrab (*Macropipes puber*) lijkt bepaald te worden door het klimaat, daar het broedsucces afhangt van gunstige voorjaren. De perioden van neergang van de populatie zijn alle gecorreleerd met het voorkomen van strenge winters. Deze kwamen voor in het begin van de jaren 50, met name 1955-1956; in het begin van de jaren 60, met name 1962-1963; in de tweede helft van de jaren 70, met name 1978-1979. In de jaren 80 hebben verscheidene matig strenge winters tussen 1984 en 1987 een nieuwe opbouw van de populatie in de jaren 80 mogelijk tegengegaan.

Helmkrabben (*Corystes cassivelaunus*) komen over het grootste deel van het Nederlandse Continentaal Plat in zeer lage dichtheden voor. Hoge dichtheden worden weinig aangetroffen en zijn mogelijk slechts een beperkte tijd aanwezig (GOOSSENS *et al.*, 1993). Tot in de 80er jaren werden ze tot vrij dicht onder de kust gevangen door commerciële vissersvaartuigen. De toename van de vangsten na het begin van de 60er jaren is waarschijnlijk het gevolg van het invoeren van de boomkor, die de in het zand zittende dieren meevangt. Helmkrabben kunnen slecht tegen het opvissen met zware boomkorren gedurende lange trekken en worden hierbij zwaar beschadigd en overleven dit niet (GOOSSENS *et al.*, 1993). Dat ze in de 80er jaren niet meer werden aangebracht zal wellicht hiermee kunnen samenhangen. Door het onderzoekingsvaartuig van het NIOZ werden ze met veel lichtere vistuigen en in korte trekken toch geregeld en soms in grote aantallen gevangen.

Bij de gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris*) kunnen de gevonden patronen niet verklaard

worden. Hoewel na 1985 niet meer aangevoerd, is het duidelijk dat deze soort nog steeds talrijk aanwezig is in sommige delen van de Noordzee, en ook massaal gevangen wordt in boomkorvangsten. Tot 1980 werd de gewone zeeappel tot dicht onder de kust gevangen; het laatste decennium niet meer. De soort is gevoelig voor strenge winters (OOSTERBAAN, 1989). Het broedvalsucces bij zeeëgels is waarschijnlijk wisselvallig en beperkt. BEUKEMA (1985) toonde aan dat bij de hartegel (*Echinocardium cordatum*) slechts enkele malen per decennium een geslaagde broedval optreedt. Ook door het NIOZ-onderzoeksvaartuig werden ze niet meer onder de kust gevangen. Het is bekend dat een andere zeeëgelsoort, *Echinocardium cordatum* (Pennant), sterfte vertoont bij verontreiniging met olie van een concentratie van 20 mg/kg droog sediment af (DAAN *et al.*, 1991). Het is niet bekend in hoeverre de gewone zeeappel gevoelig is voor andere vormen van vervuiling. Het verdwijnen van de gewone zeeappel in het kustgebied zou misschien verband kunnen houden met vervuiling.

Bij de purperen zeeklit (*Spatangus purpureus*) geldt hetzelfde. Na 1970 is de purperen zeeklit in de kustzone het eerst verdwenen. Net als bij de gewone zeeappel kan vervuiling mogelijk een rol gespeeld hebben.

De zeedahlia (*Tealia felina*) heeft zich gedurende de onderzoeksperiode redelijk weten te handhaven. In de jaren 60 treedt een duidelijke toename op van de bijvangsten. De redenen hiervoor kunnen tweërlei zijn geweest: de invoering van de boomkor vergrootte de visserijintensiteit, maar bovendien maakten de zware boomkor en het toegenomen motorvermogen het mogelijk om stenige gebieden te bevissen wat voor die tijd niet werd gedaan. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar bij de Texelse Stenen. In het algemeen bevindt zich de zeedahlia weinig in gebieden met veel modder omdat zij zich aan een vast voorwerp moeten kunnen vasthechten. Ook bij deze soort valt het op dat in de jaren 80 er geen uit de kustzone wordt aangebracht; net als bij een aantal andere soorten evertetraten zou dit mogelijk verband kunnen houden met vervuiling.

De fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata*) komt verspreid in het vanggebied voor maar heeft een voorkeur voor gebieden met modderig zand. De soort is na de 60er jaren sterk verminderd in het kustgebied (OOSTERBAAN, 1989) Ondanks deze

grote variatie in de hoeveelheden die werden aangebracht is de fluwelen zeemuis zeker niet uit het vanggebied verdwenen. Er is nog geen duidelijke verklaring voor de gevonden patronen.

6.3. OVEREENKOMSTEN IN LANGE TERMIJN VERANDERINGEN

De 3 belangrijkste factoren die invloed hebben op de veranderingen van de aantallen met de tijd in de periode 1930-1990 zijn: natuurlijke veranderingen (bijv. klimaat), veranderingen in de visserij en veranderingen als gevolg van vervuiling. De laatste factor heeft vooral invloed in de kustgebieden.

Deze factoren treden gelijktijdig op. Vanaf de jaren 50 af treedt een toenemende vervuiling op van de kustwateren. Vanaf het begin van de jaren 60 leidde de geleidelijke invoering van de boomkor tot een duidelijk efficiëntere visserij, hetgeen verder versterkt werd omdat het motorvermogen van de vissersschepen eveneens sterk steeg. Tevens zijn er aanwijzingen voor effecten als gevolg van klimaatsverandering. Wellicht met uitzondering van het ontbreken van effect van vervuiling ver uit de kust is het niet mogelijk de effecten van de bovengenoemde factoren afzonderlijk aan te geven. Het is vaak wel mogelijk op grond van statistische analyse van aantalsveranderingen met de tijd, correlatie van bijzondere klimatologische gegevens, bijv. strenge winters, met aantalsveranderingen en laboratorium-onderzoek over het effect van vervuilende stoffen mogelijk aanwijzingen te verkrijgen welke factor invloed heeft gehad op afzonderlijke evertetraten soorten.

De mogelijkheid bestaat dat veranderingen in het klimaat in de 60-jarige periode de populaties van de onderzochte evertetraten beïnvloed hebben. Volgens MANN & LAZIER (1991) kunnen in het Noord-Atlantische gebied sinds 1900 drie klimaatperiodes worden onderscheiden: tussen 1900 en 1935, waarin W en Z winden overheersten en het klimaat warmer was dan het gemiddelde; tussen 1935 en 1950, waarin het klimaat schommelde rond het lange-termijn gemiddelde, en tussen 1950 en 1980, waarin N winden overheersten en het klimaat kouder was dan het gemiddelde.

Deze klimaatsverandering had een saliniteits anomalie ten gevolge. In de periode 1960-1970 werd er veel ijs naar het zuiden getransporteerd,

waardoor een zoetwaterlaag van 200-300 m dikte ontstond, die aan de oppervlakte van de oceaan tot een lagere saliniteit leidde. Hoewel MANN & LAZIER (1991) vermelden dat er veel aannames nodig zijn om een samenhangend verhaal te maken, is het niet ondenkbaar dat de hoeveelheid en de samenstelling van het water uit de Atlantische Oceaan dat via Schotland en het Kanaal in de Noordzee komt varieert, en dat aan het eind van de jaren 70 een sprongsgewijze kwaliteitsverandering is opgetreden die doorgewerkt heeft in het ecosysteem van de Noordzee.

In de visserij is er tussen 1930 en 1990 nauwelijks een fundamentele (wezenlijke) verandering opgetreden; vis wordt nog steeds met netten gevangen. De grote veranderingen zijn technische verbeteringen van bestaande technieken. De schepen werden aanmerkelijk groter, en sinds het begin van de jaren 70 begon het motorvermogen sterk te stijgen (Tabel 5). Na 1986 treedt wat het aantal schepen en het motorvermogen betreft een zekere stabilisatie op. De boomkor werd ingevoerd in de jaren 60 en leidde tot een veel effectievere visserij, ook van diersoorten die in de bodem zitten. Verscheidene evertibratensoorten, zoals de helmkrab, de wulk, de noordhoren worden bij het opvissen vaak zodanig beschadigd dat ze, in zee teruggeworpen, dit niet overleven. Door de combinatie van de genoemde veranderingen in de visserij is de visserij-intensiteit sterk toegenomen.

Veranderingen in het voorkomen van diersoorten op het Nederlands Continentaal Plat van de Noordzee kunnen zijn beïnvloed door een aantal factoren, die gelijktijdig optreden en waarvan de invloed niet altijd afzonderlijk kan worden aangegeven. Dit complex van factoren werd reeds eerder beschreven (DE VOOYS *et al.*, 1991). Hierbij zou nog genoemd kunnen worden de toenemende troebelheid van het kustwater, die verband houdt met het uitdiepen van de Nieuwe Waterweg en de aanleg van de Eurogeul in de periode 1958-1962 (OOSTERBAAN, 1989).

Wanneer de eerste hoofdas van de Principale Componenten Analyse zoals verkregen uit de gegevens in dit rapport wordt vergeleken met die verkregen uit een analyse over het voorkomen van zeldzame vissen in dezelfde periode (DE VOOYS *et al.*, 1991), dan lijkt de toename van de bijvangsten van evertibraten na 1960 veel duidelijker te zijn dan

bij de zeldzame vissen. Deze toename werd beschouwd als een gevolg van het invoeren van de boomkor in de visserij, waardoor in eerste instantie de vangsten van zeldzame vissen (vooral haaien- en roggensorten) toenam, waarna omstreeks 1970 de vangsten sterk begonnen te dalen (DE VOOYS *et al.*, 1991). Een toename van de vangst van zeldzame vissen als gevolg van het invoeren van de boomkor zal ook samengaan met een toename van de vangst van evertibraten, te meer zelfs daar deze als regel veel minder in staat zijn voor het sleepnet weg te komen. Bij de analyse van de vangsten van zeldzame vissen werd bij 7 soorten > 50% van de variantie verklaard door de eerste hoofdas van de Principale Componenten Analyse. In het onderzoek van de evertibraten was dit bij 4 soorten het geval (de kleine achterm, de helmkrab, de noordhoorn en de fluwelen zeemuis).

Daar de variantie van de eerste as van de Principale Componenten Analyse na 1960 in dit onderzoek veel meer uitgesproken was vergeleken met die bij de zeldzame vissen, zal er minder snel voor een soort een overeenkomst van meer dan 50% optreden. Bovendien loopt de levenswijze van de verschillende groepen hier onderzochte evertibraten sterk uiteen, zodat een veel meer verschillend patroon verwacht kan worden, vergeleken met de groep zeldzame vissen. Voor sommige evertibraten kan de visserij derhalve de dominante factor in het patroon van de verandering met de tijd zijn. Dit neemt niet weg dat bij enige andere soorten de visserij, naast andere factoren, een rol speelt in het veranderingspatroon.

De tweede hoofdas van de Principale Componenten Analyse toont in grote lijnen overeenkomst met die van de zeldzame vissen, met dit verschil dat de daling begint omstreeks 1955, en bij de vissen omstreeks 1970. Alleen de slanke noordhoren vertoont een negatieve correlatie > 50% met de tweede hoofdas; dit verband kan biologisch niet zinnig geïnterpreteerd worden.

Vergeleken met vissen is de kans bij op de bodem levende evertibraten veel groter dat andere factoren dan visserij het voorkomen er van beïnvloeden hebben. Dit is met name het geval ten aanzien van het effect van zeevervuiling. Het gegeven dat bij een groot aantal soorten de afname van de aantallen met de tijd deze vaak het duidelijkst in de kustzone optreedt wijst in deze richting. Dit geldt voor de

wulk. de noordhoorn, de kleine achterm, de zeekreeft, de gewone zeeappel, de purperen zeeklit, de zeedahlia en de fluwelen zeemuisc.

In ieder geval lijken aanvullende analyses van zowel de NIOZ fuiken als de bijvangsten van de Demersal Young Fish Survey van het DLO-RIVO noodzakelijk en zinvol om de uitkomsten van de vorige (DE VOOYS *et al.*, 1991) en deze studie verder te onderbouwen.

7. LITERATUUR

- AHSANULLAH, M., 1976. Acute toxicity of cadmium and zinc to seven invertebrate species from Western Port, Victoria.—Aust. J. Freshwater Res. **27**: 187-196.
- AHSANULLAH, M. & G.H. ARNOTT, 1978. Acute toxicity of copper, cadmium and zinc to larvae of the crab *Paragrapsus quadridentatus* (H. Milne Edwards) and implications for water quality criteria.—Aust. J. Freshwater Res. **29**: 1-8.
- APPELLÖF, A., 1909. Untersuchungen ueber den Hummer.—Bergens mus. Skr. **1**: 1-79.
- BARKER, P.L. & R.N. GIBSON, 1977. Observations on the feeding mechanism, structure of the gut, and digestive physiology of the European lobster *Homarus gammarus* L (Decapoda, Nephropidae).—J. exp. mar. Biol. Ecol. **26**: 297-324.
- BEDFORD, A.P. & P.G. MOORE, 1985. Macrofaunal involvement in the sublittoral decay of kelp debris: the sea urchin *Psammechinus miliaris* (Gmelin) (Echinodermata: Echinoida).—Estuar. Coast. Shelf Sc. **20**: 19-40.
- BEUKEMA, J.J., 1985. Growth and dynamics in populations of *Echinocardium cordatum* living in the North Sea off the Dutch north coast.—Neth. J. Sea Res. **19**: 129-134.
- BENTHEM JUTTING, T. VAN, 1933. Mollusca (I). A.: Gastropoda, Prosobranchia et Pulmonata. In: Fauna van Nederland, Afl. 7: 140-145.
- BOUCAUD-CAMOU, E., 1990. La seiche, un animal d'avenir.—Pêche marit. **69**, no 1342: 321-329.
- BOYLE, P.R. & D. KNOBLOCH, 1981. Hole boring of crustacean prey by the octopus *Eledone cirrhosa* (Mollusca, Cephalopoda).—J. Zool. (Lond) **193**: 1-10.
- BOYLE, P.R. & D. KNOBLOCH, 1982. On growth of the Octopus *Eledone cirrhosa*.—J. mar. biol. Ass. U.K. **62**: 277-296.
- BOYLE, P.R. & D. KNOBLOCH, 1983. The female reproductive cycle of the Octopus *Eledone cirrhosa*.—J. mar. biol. Ass. U.K. **63**: 71-83.
- BULL, H.O., 1939. The growth of *Psammechinus miliaris* (Gmelin) under aquarium conditions.—Rep. Dove Mar. Lab.: 39-41
- CHARUAU, A., 1981. La Langoustine.—Pêche marit. **60**, no.1243: 567-572.
- CHARMANTIER, G., P. THUET & M. CHARMANTIER-DAURES, 1984. La regulation osmotique et ionique chez *Homarus gammarus* (L.) (Crustacea,Decapoda).—J. exp. mar. Biol. Ecol. **76**: 191-199.
- CUILLANDRE, J.P., D. LATROUITE & A. LE FOLL, 1984. Le Tourteau. Biologie et exploitation.—Pêche marit. **63**, no 1278: 502-520.
- CRANMER, G.J., 1985. Recent investigations into the distribution of regular echinoids in the North Sea.—J. mar. biol. Ass. U.K. **65**: 351- 357.
- CREUTZBERG, F., P. WAGENAAR, G. DUINEVELD & N. LOPEZ LOPEZ, 1984. Distribution and density of the benthic fauna in the Southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic conditions.—Rapp. P-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **183**: 101-110.
- DAAN, R., W.E. LEWIS & M. MULDER, 1991. Biological effects of washed OBM drill cuttings discharged on the Dutch Continental Shelf. NIOZ Rapport 1991-8: 33 pp.
- DARBOUX, J.G., 1900. Recherches sur les Aphrodites.—Bull. Sci. Fr. Belg. **33**: 1-274.
- DUINEVELD, G.C.A., A. KÜNZER, U. NIERMANN, P.J.A.W. DE WILDE & J.S. GRAY, 1991. The macrobenthos of the North Sea. —Neth. J. Sea Res. **28**: 53-65.
- ENGEL, H., 1932. Echinodermata. In: Fauna van Nederland, Afl.6. A.W.Sijthoff, Leiden: 91 pp.
- FARMER, A.S.D., 1975. Synopsis of biological data on the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758). FAO, Rome: 97 pp.
- FISH, J.D. & S. FISH, 1989. A Student's guide to the seashore. London, Unwin Hyman, Boston, Sydney, Wellington: 473 pp.
- FORDHAM, M.G.C., 1925. *Aphrodite aculeata*.—L.M.B.C. Memoirs **27**: 96 pp.
- FRETTER, V. & A. GRAHAM, 1962. British Prosobranch Molluscs. London, Ray Society: 755 pp.
- FRETTER, V. & A. GRAHAM, 1985. *Colus gracilis*. In: The Prosobranch Molluscs of Britain and Denmark, part 8: Neogastropoda. Suppl 15, The Journal of mollusc studies: 470-471.

- GABRIEL, K.L., 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal components analysis.—*Biometrika* **58**: 453-476.
- GAGE, J.D., 1991. Skeletal growth zones as age-markers in the sea urchin *Psammechinus miliaris*.—*Mar. Biol.* **110**: 217-228.
- GIBBS, P.E. & G.W. BRYAN, 1986. Reproductive failure in populations of the dogwhelk, *Nucella lapillus*, caused by imposex induced by tributyltin from antifouling paints.—*J. mar. biol. Ass. U.K.* **66**: 767-777.
- GONZALEZ GURRIARAN, E., 1978. Introduccion al estudio de la alimentacion en la necora "*Macropipes puber*" L. (Decapoda, Brachyura).—*Bol. Inst. Espa. Oceanog.* **4**: 81-93.
- GONZALEZ GURRIARAN, E., 1985. Reproduccion de la necora *Macropipes puber* (L.) (Decapoda, Brachyura), y ciclo reproductivo en la Ria de Arosa (Galicia, N.W.Espana).—*Bol. Inst. Espan. Oceanog.* **2**: 10-32.
- GOOSSENS, H., H. VAN HET GROENEWOUD, D.A. JONKERS, N.H.B.M. KAAG, W. CHR. DE COCK & M.C.TH. SCHOLTEN, 1993. Effecten van met benzo(a)pyreen verontreinigd sediment op de helmkrab (*Corystes cassivelaunus*).—BEON rapport No 19.
- GRIMPE, G. & E. WAGLER, 1937. Anthozoa. In: *Die Tierwelt Nord- und Ostsee*, Bd 3e: 97-98
- GRISLEY, M.S. & P.R. BOYLE, 1990. Chitinase, a new enzyme in octopus saliva.—*Comp. Biochem. Physiol.* **95B**: 311-316.
- GUERRA, A., 1985. Food of the cuttlefish *Sepia officinalis* and *S. elegans* in the Ria de Vigo (N.W.Spain) (Mollusca, Cephalopoda).—*J. Zool. (A)* **207**: 511-519.
- HALLERS TEN, C.C., J.P. BOON & J. KEMP, in voorbereiding. Imposex in whelks (*Buccinum undatum* L) related to shipping traffic in the open North Sea.
- HANCOCK, D.A., 1957. The feeding behaviour of the sea urchin *Psammechinus miliaris* (Gmelin) in the laboratory.—*Proc. Zool. Soc. London* **129**: 255-262.
- HANCOCK, D.A., 1960. The ecology of the molluscan enemies of the edible mollusc.—*Proc. Malacol. Soc.* **34**: 123-143.
- HANCOCK, D.A., 1967. Whelks. Laboratory leaflet (New Series) No 15: 14 pp.
- HANCOCK, D.A., 1973. The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates.—*Rapp. P-v. Réun. Cons. int. explor. Mer* **164**: 113-131.
- HARTNOLL, R.G., 1972. The biology of the burrowing crab *Corystes cassivelaunus*.—*Bijdragen tot de Dierkunde* **42**: 139-155.
- HAVINGA, B., 1922. Mariene mollusken. In: H.C. REDEKE. *Flora en Fauna der Zuiderzee*: 373-390.
- HAVINGA, B., 1929. Kreebse und Weichtiere. In: *Handbuch der Seefischerei Nordeuropas*, Bd 3, heft 2: 18-38.
- HAVINGA, B., 1929. Wellhornschnecke. In: *Kreebse und Weichtiere, Handbuch der Seefischerei Nordeuropas*, Bd 3, Systematik und Biologie anderer wissenschaftlich wichtiger Meerestiere Nordeuropas, Heft 2: 138-140.
- HILL, A.E. & R.G. WHITE, 1990. The dynamics of Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L) populations on isolated mud patches.—*J. Cons. int. Explor. Mer* **46**: 167-174.
- HOWARD, A.E., 1980. Substrate controls on the size composition of lobster (*Homarus gammarus*) populations.—*J. Cons. int. Explor. Mer* **39**: 130-133.
- HOWARD, A.E. & D.B. BENNETT, 1979. The substrate preference and burrowing behaviour of juvenile lobsters (*Homarus gammarus*).—*J. Nat. Hist.* **13**: 433-438.
- ISGROVE, A., 1909. *Eledone*. L.M.B.C. Memoirs no 18: 105 pp.
- JENSEN, M., 1969. Breeding and growth of *Psammechinus miliaris* (Gmelin).—*Ophelia* **7**: 65-78.
- JONGMAN, R.H.G., C.J.F. TER BRAAK & O.F.R. VAN TONGEREN, 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, Pudoc: 299 pp.
- JUSTESEN, N.P.B., 1965. The demonstration of tetramine producing cells in the salivary glands of the marine gastropod *Neptunea antiqua*.—*Nytt. Mag. Zool.* **13**: 33-38.
- KRAMER, C.J.M. & H. COMPAN, 1990. Zeevervuiling. In: P. DE WOLF. *De Noordzee*. Uitg. Terra, Zutphen: 175-186.
- KURMALY, K., D.A. JONES & A.B. YULE, 1990. Acceptability and digestion of diets fed to larval stages of *Homarus gammarus* and the role of dietary conditioning behaviour.—*Mar. Biol.* **106**: 181-190.
- LE FOLL, A., 1986. Contribution a l' étude de la biologie du crabe-tourteau *Cancer pagurus* sur les côtes de Bretagne sud.—*Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.* **48**: 5-22.
- LE FOLL, A., E. BRICHET, J.L. REYSS, L. LALOU & D. LATROUITE, 1989. Age determination of the spider crab *Maja squinado* and the European lobster *Homarus gammarus* by ²²⁸Th/²²⁸Ra chronology: possible extension to other Crustaceans.—*Can. J. Fish Aquat. Sci.* **46**: 720-724.

- MANGOLD-WIRZ, K., 1963. Biologie des Cephalopodes bentiques et nectoniques de la mer Catalane.—*Vie et Milieu*, suppl. no 13: 137-147.
- MANGOLD, K., S. VON BOLETZKY & D. VON. FROSCH, 1971. Reproductive biology and embryonic development of *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda, Octopoda).—*Mar. Biol.* 8: 109-117.
- MANUEL, R.L., 1988. British Anthozoa. In: D.M. KERMACK & R.S.K. BARNES. Synopsis of the British Fauna, N.S. no 18 (revised). E.J. Brill/W. Backhuys, Leiden: 106-108.
- METTAM, C., 1980. On the feeding habits of *Aphrodite aculeata* and commensal polynoids.—*J. mar. biol. Ass. U.K.* 60: 833-834.
- MORIYASU, M., 1983. Etude biometrique de la croissance de *Eledone cirrhosa* (Lam 1798) (Cephalopoda, Octopoda) du Golfe de Lion.—*Oceanol. Acta* 6: 35-41.
- MORIYASU, M., 1988. Analyse de la maturation sexuelle de l' *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda, Octopoda) du Golfe du Lion.—*Aquat. Living Resourc.* 1: 59-65.
- MORTENSEN, TH., 1977. Handbook of the Echinoderms of the British Isles. Dr. W. Backhuys, Rotterdam: 328-329.
- NATSUKARI, Y. & N KOMINE, 1992. Age and growth estimation of the European squid, *Loligo vulgaris*, based on statolith microstructure.—*J. mar. biol. Ass. U.K.* 72: 271-280.
- NIELSEN, C., 1975. Observations on *Buccinum undatum* L. attacking bivalves and on prey responses, with a short review on attack methods of other Prosobranchs.—*Ophelia* 13: 87-108.
- NIXON, M., 1982. Hole-drilling in crustaceans by *Eledone cirrhosa* (Mollusca, Gastropoda).—*J. Zool. (Lond)* 196: 439-444.
- NOORT, G.J. VAN, 1979. "Aurelia" Cruise Reports on the benthic fauna of the southern North Sea. NIOZ Rapport 1979-4: 31 pp; 1979-5: 104 pp; 1979-6: 107 pp; 1979-7: 115 pp; 1979-8: 99 pp; 1981-1: 116 pp; 1982-7: 68 pp; 1983-3: 76 pp; 1984-1: 72 pp; 1985-1: 27 pp; 1986-3: 55 pp.
- OOSTERBAAN, A.F.F., 1989. Veranderingen in de Hollandse kustfauna.—*Wet. Meded. KNNV* 193: 59 pp.
- PEARCE, J.B. & G. THORSON, 1967. The feeding and reproduction biology of the red whelk *Neptunea antiqua* (L.) (Gastropoda, Prosobranchia).—*Ophelia* 4: 277-314.
- SANTARELLI, L., G. VERON & J. HUET, 1986. Exploitation du buccin dans le Golfe Normando-Breton.—*Pêche marit.* 65 no 1294: 48-52.
- STAALAND, H., 1970. Volume regulation in the common whelk *Buccinum undatum* L.—*Comp.—Biochem. Physiol.* 34: 355-365.
- STAALAND, H., 1972. Volume regulation and euryhalinity in the red whelk *Neptunea antiqua*.—*Norw. J. Zool.* 20: 27-33.
- SUKARNO, R., M. JANGOUX & E. VAN IMPE, 1980. Le cycle reproducteur annuel de *Psammechinus miliaris* (Gmelin) (Echinoidea) en Zeelande. In: M. JANGOUX. Echinoderms, Present and Past. Proceedings of the European colloquium on echinoderms. A.A. Balkema, Rotterdam: 415-416.
- TINBERGEN, L. & J. VERWEY, 1946. Zur Biologie von *Loligo vulgaris* Lam.—*Arch. Néerl. Zool.* 7: 213-286.
- VERWEY, J., 1978. Krabben van de Zuidelijke Noordzee. 1+2. NIOZ Rapport 1978-10. pp 92 + 132.
- VOOYS, C.G.N. DE, 1990. Expected biological effects of long-term changes in temperature on benthic ecosystems in coastal waters around the Netherlands. In: J.J. BEUKEMA *et al.* Expected effects of climatic changes on marine coastal ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London: 77-82.
- VOOYS, C.G.N. DE, J.I.J. WITTE, R. DAPPER, J. VAN DER MEER & H.W. VAN DER VEER, 1991. Lange termijn veranderingen in zeldzame vissoorten op het Nederlands Continentaal Plat van de Noordzee. NIOZ Rapport 1991-6: 81 pp.
- WOLFF, W.J., 1966. Het voorkomen van de Fluwelen Zwemkrab, *Macropipes puber*, in Nederland.—*Het Zeepaard* 26: 42-49.
- WORMS, J., 1983. World fisheries for cephalopods: a synoptic overview. In: J.F. CADDY. Advances in assessment of world cephalopod resources.—FAO Fisheries Technical Paper 231: 1-20.

De afbeeldingen van de evertibraten zijn ontleend aan het werk van de volgende auteurs:

CRISTIANSSEN:	Noordzeekrab, fluwelen zwemkrab, helmkrab
HORTHUIS & HEEREBOUT:	zeekreeft, Noorse kreeft
McMILLAN:	wulk, noordhoren, slanke noordhoren
MORTENSEN:	gewone zeeappel
MUUS:	gewone zeekat
RIEDL:	fluwelen zeemuisk

TABEL 1
Soortnamenstelling van de onderzochte evertelraten uit het NIOZ-archief

Archief nummer	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
224	Wulk	<i>Buccinum undatum</i> Linnaeus 1758
225	Noordhoren	<i>Neptunea antiqua</i> Linnaeus 1758
226	Slanke noordhoren	<i>Colus gracilis</i> da Costa 1778
211	Gewone zeekat	<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus 1758
210	Gewone pijlinktvis	<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck 1798
228	Kleine achtarm	<i>Eledone cirrosa</i> Lamarck 1798
215	Zeekreeft	<i>Homarus gammarus</i> Linnaeus 1758
229	Noorse kreeft	<i>Nephrops norvegicus</i> Linnaeus 1758
214	Noordzeekrab	<i>Cancer pagurus</i> Linnaeus 1758
230	Fluwelen zwemkrab	<i>Macropipes puber</i> Linnaeus 1758
231	Helmkrab	<i>Corystes cassivelaunus</i> Pennant
232	Gewone zeeappel	<i>Psammechinus miliaris</i> Gmelin
233	Purperen zeeklit	<i>Spatangus purpureus</i> O.F. Muller
234	Zeedahlia	<i>Tealia felina</i> Linnaeus 1758
235	Fluwelen zeemuis	<i>Aphrodite aculeata</i> Linnaeus 1758

TABEL 2
Gemiddeld aantal gevangen evertelraten per maand (m).
Aantal maanden waarin de soort gevangen is (n); als
percentage van het totaal aantal maanden.

	m	n	%
Wulk	8,110	76	11,82
Noordhoren	1,807	82	12,75
Slanke noordhoren	0,481	23	3,58
Gewone zeekat	30,227	312	48,52
Gewone pijlinktvis	52,784	261	40,59
Kleine achtarm	0,891	210	32,66
Zeekreeft	0,479	156	24,26
Noorse kreeft	28,927	253	39,35
Noordzeekrab	3,341	74	11,51
Fluwelen zwemkrab	4,300	174	27,06
Helmkrab	7,502	106	16,49
Gewone zeeappel	*	53	8,20
Purperen zeeklit	1,617	101	15,71
Zeedahlia	16,213	230	35,77
Fluwelen zeemuis	23,879	183	28,46

* Daar bij de Gewone Zeeappel voor de statische analyse alleen aantallen > 100 werden gebruikt, kan hier geen gemiddeld aantal per maand worden gegeven.

TABEL 3

Correlatiecoëfficiënten tussen de eerste vier hoofdassen en de afzonderlijke soorten. Verklaarde variantie uitgedrukt als percentage van de totale variantie.

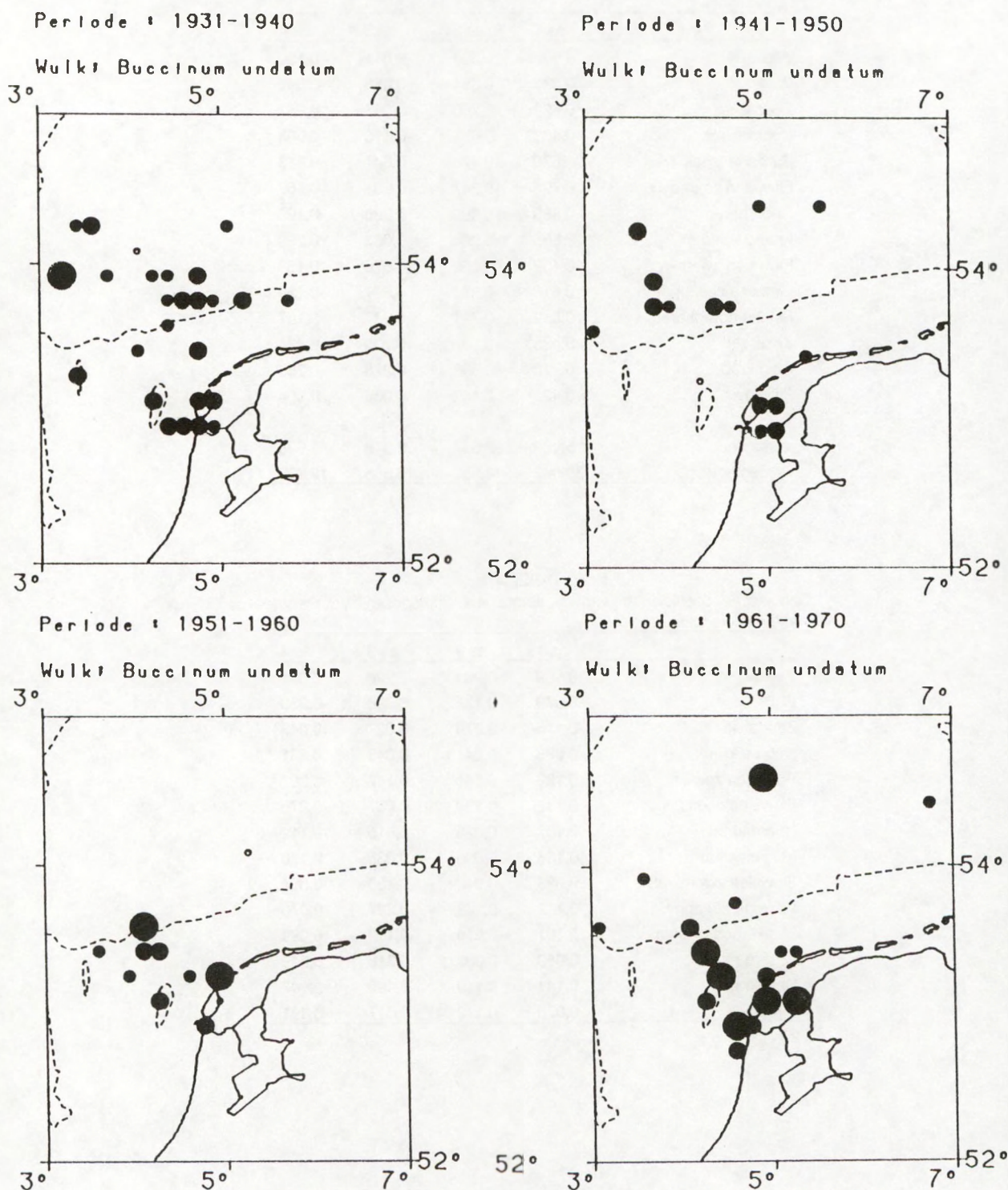
	as 1	as 2	as 3	as 4
Zeekat	0,598	0,529	-0,511	0,120
Wulk	0,431	0,354	0,686	-0,390
Zeedahlia	0,629	-0,700	-0,063	0,081
Noorse kreeft	0,483	0,627	-0,113	0,563
Purperen zeeklit	0,670	0,428	0,341	0,343
Fluwelen zeemuis	0,722	-0,347	0,201	-0,467
Noordhoren	0,858	0,060	0,035	-0,190
Kleine achtarm	0,863	-0,224	0,082	0,289
Fluwelen zwemkrab	0,452	-0,050	-0,670	0,159
Gewone zeeappel	0,610	-0,384	-0,527	-0,129
Slanke noordhoren	0,552	-0,711	0,237	0,167
Zeekreeft	0,435	-0,007	0,738	0,424
Helmkrab	0,770	0,308	-0,278	-0,250
Pijlinktvis	0,427	0,447	0,038	-0,664
Variantie	5,469	2,597	2,319	1,698
Percentage	39,062	18,552	16,566	12,130

TABEL 4

Canonische coëfficiënten van de eerste vier hoofdassen. Voor verdere verklaring zie tekst.

	as 1	as 2	as 3	as 4
Zeekat	0,109	0,204	-0,220	0,071
Wulk	0,079	0,136	0,296	-0,230
Zeedahlia	0,115	-0,270	-0,027	0,048
Noorse kreeft	0,088	0,241	-0,049	0,331
Purperen zeeklit	0,122	0,165	0,147	0,202
Fluwelen zeemuis	0,132	-0,134	0,087	-0,275
Noordhoren	0,157	0,023	0,015	-0,112
Kleine achtarm	0,158	-0,086	0,035	0,170
Fluwelen zwemkrab	0,083	-0,019	-0,289	0,094
Gewone zeeappel	0,112	-0,148	-0,227	-0,076
Slanke noordhoren	0,101	-0,274	0,102	0,099
Zeekreeft	0,080	-0,003	0,318	0,249
Helmkrab	0,141	0,119	-0,120	-0,147
Pijlinktvis	0,078	0,172	0,017	-0,391

Fig. 1. Verspreiding van de meldingen van de wulk (*Buccinum undatum*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.



Legenda Figuren 1 t/m 15.

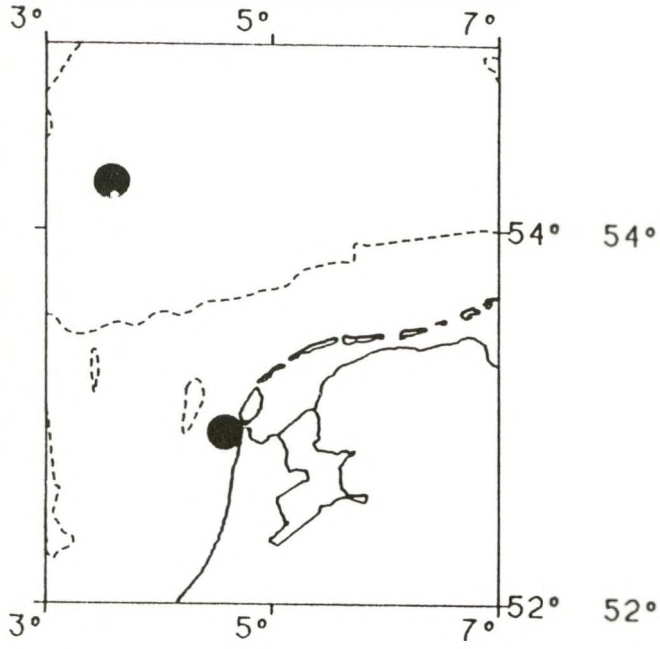
De grootte van de symbolen geeft het totaal gemelde aantal weer.

◦	1
•	2 - 4
•	5 - 16
●	17 - 64
●	65 - 256

Vervolg Fig. 1.

Periode : 1971-1980

Wulke, *Buccinum undatum*



Periode : 1981-1990

Wulke, *Buccinum undatum*

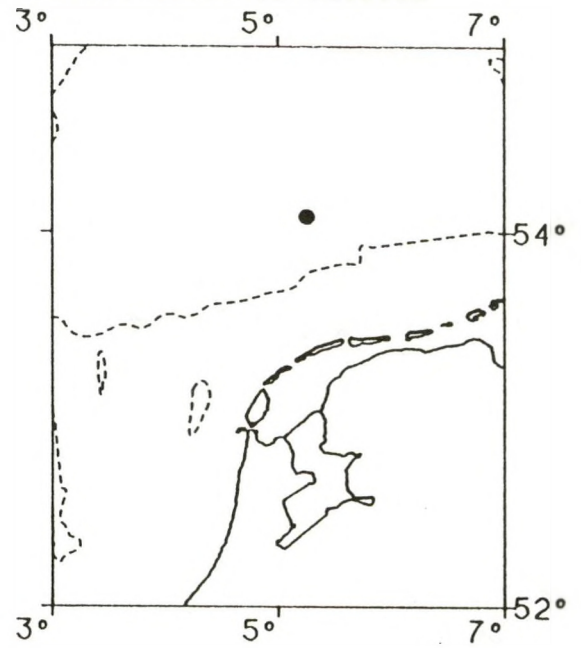
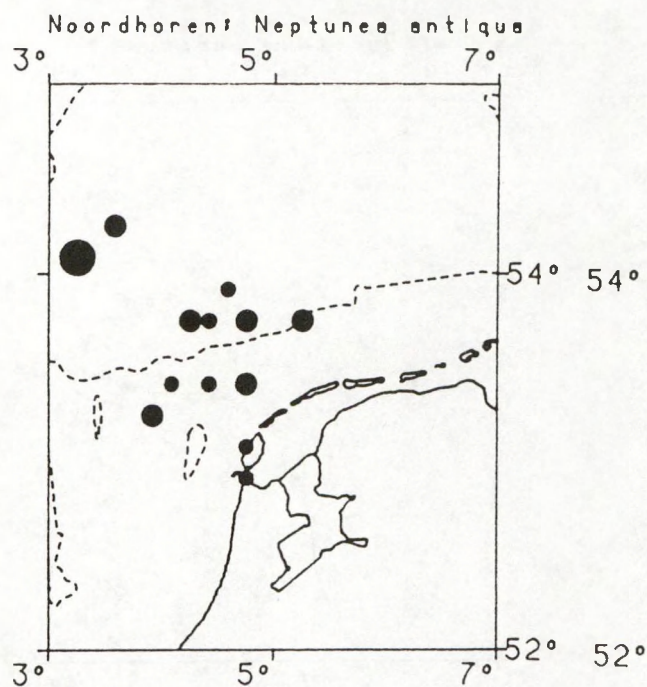
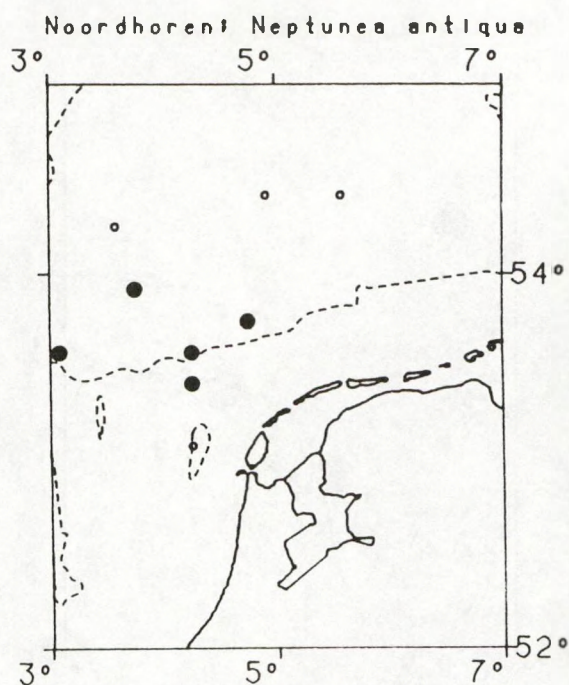


Fig. 2. Verspreiding van de meldingen van de noordhoren (*Neptunea antiqua*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

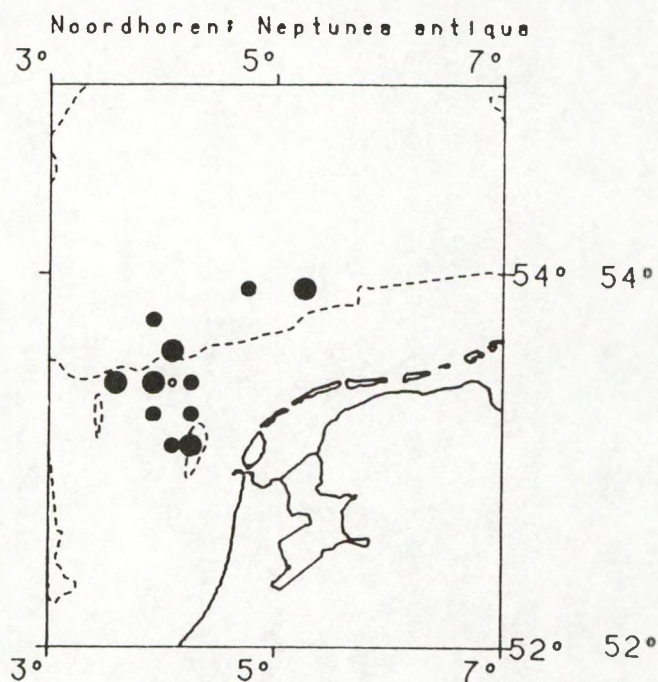
Periode : 1931-1940



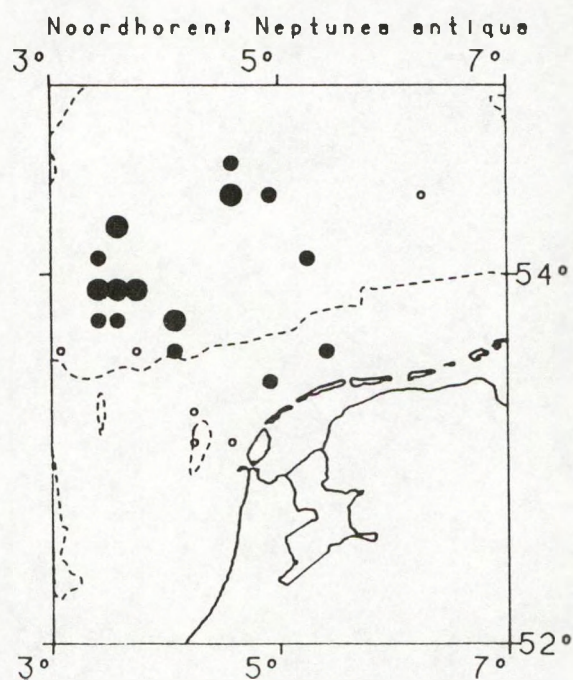
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960



Periode : 1961-1970



Vervolg Fig. 2.

Periode : 1971-1980

Noordhorent: *Neptunus antiquus*

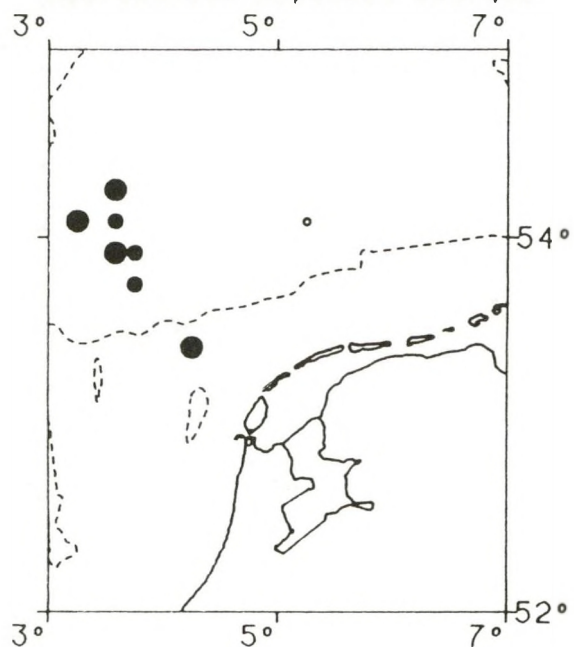
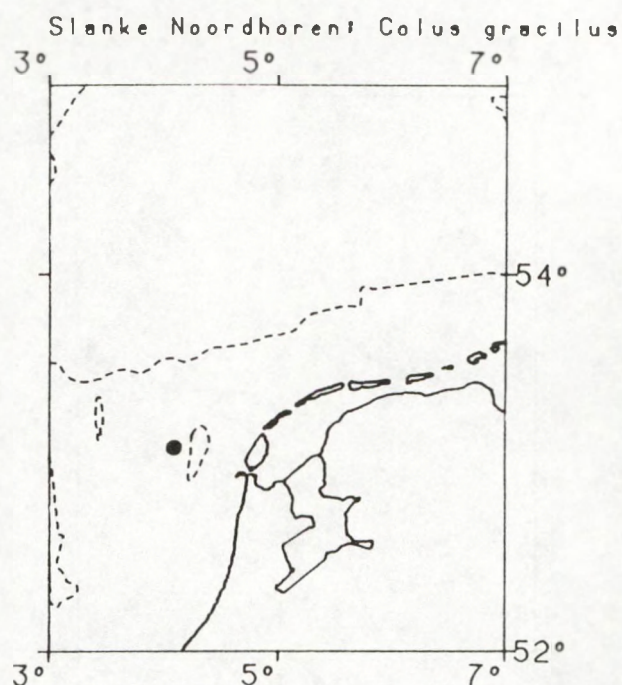
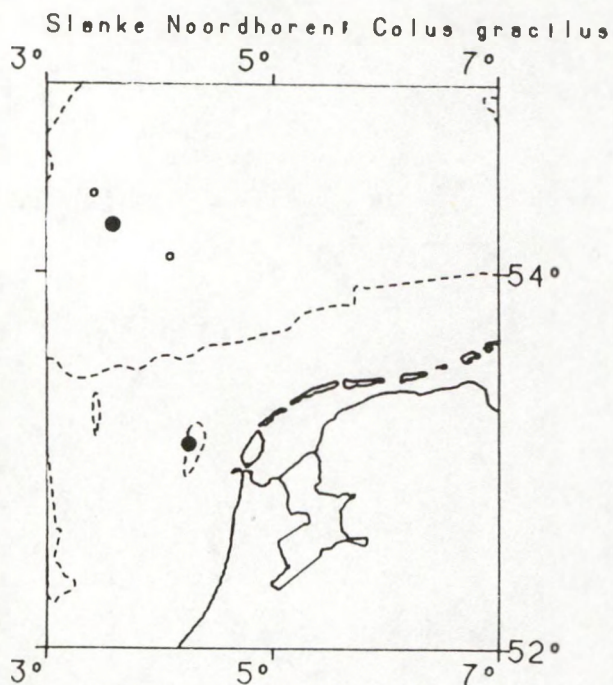


Fig. 3. Verspreiding van de meldingen van de slanke noordhoren (*Colus gracilis*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

Periode : 1931-1940

Periode : 1951-1960



Periode : 1961-1970

Periode : 1971-1980

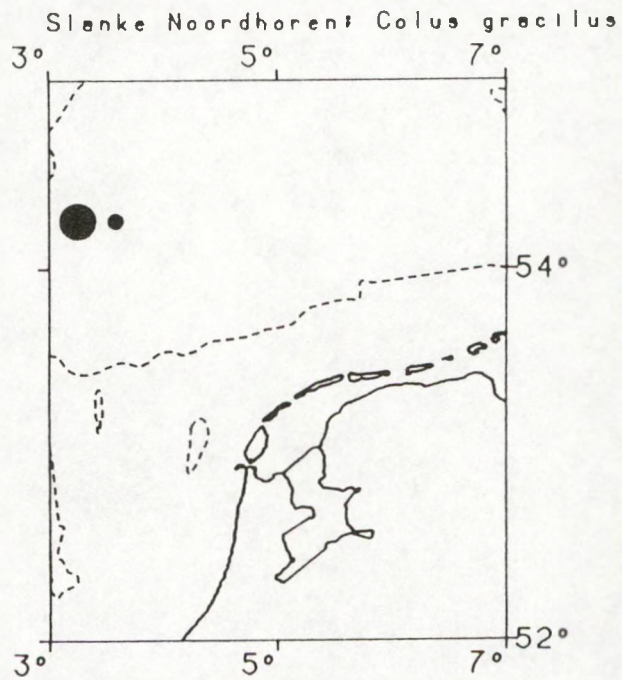
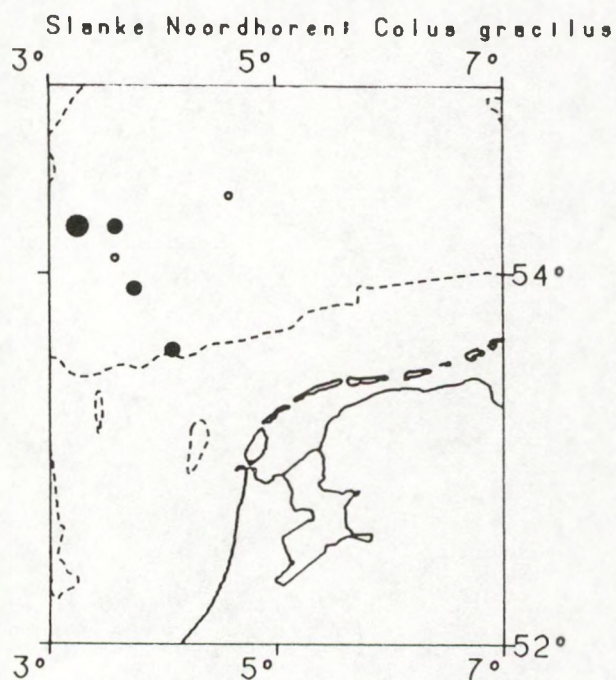
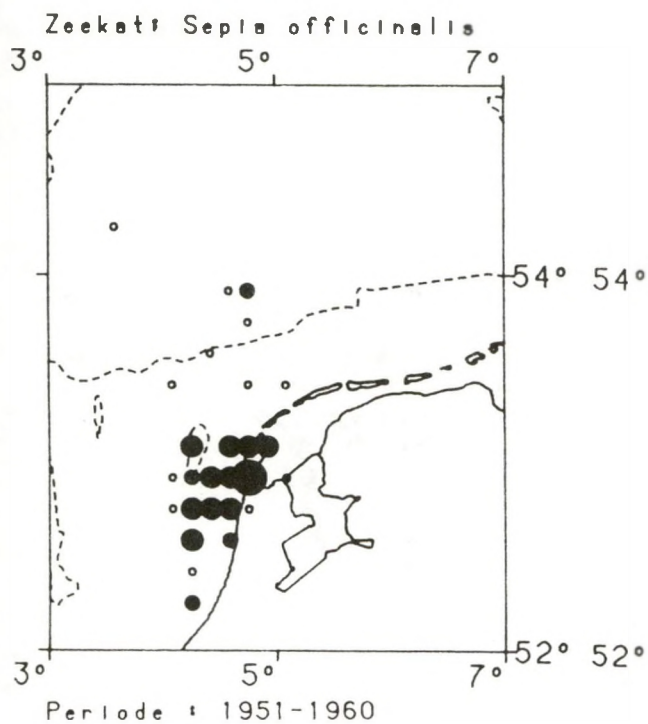
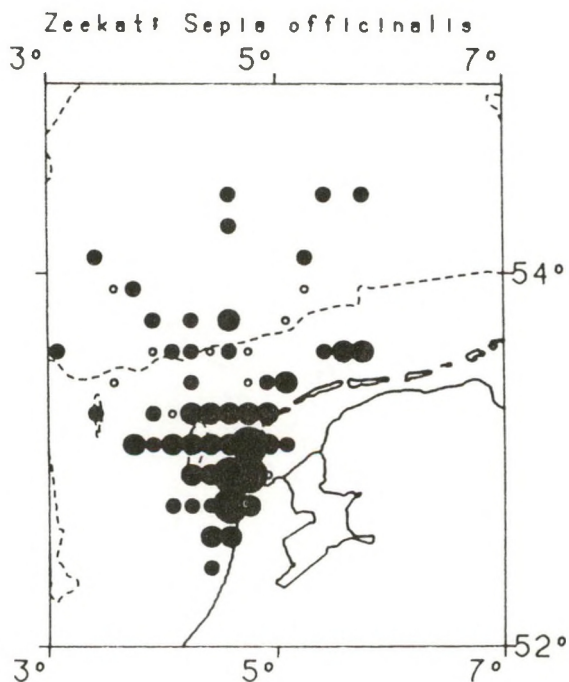
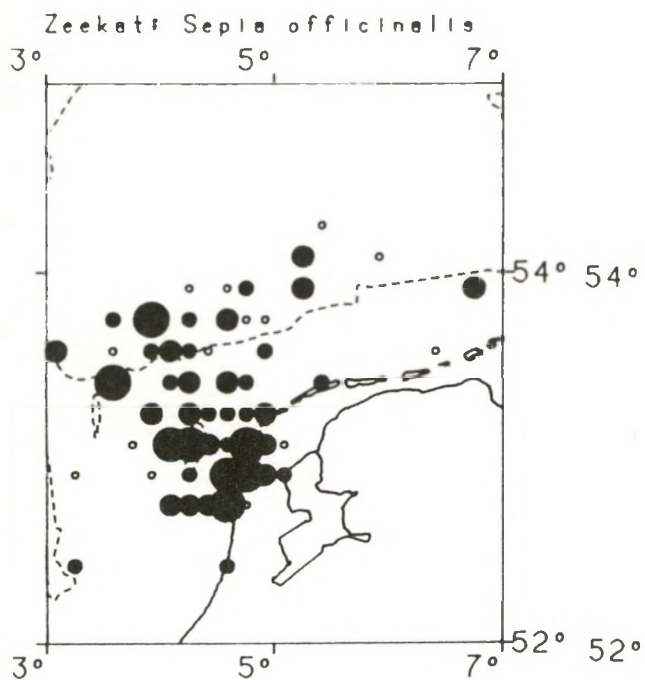
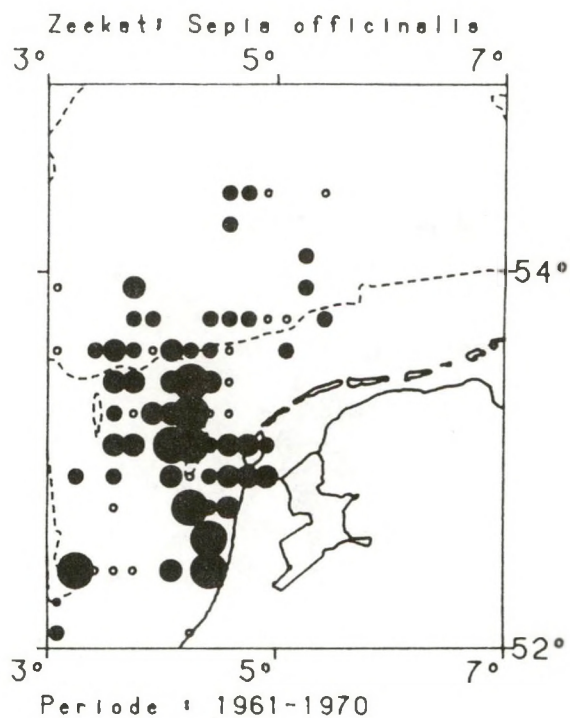


Fig. 4. Verspreiding van de meldingen van de gewone zee kat (*Sepia officinalis*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

Periode : 1931-1940

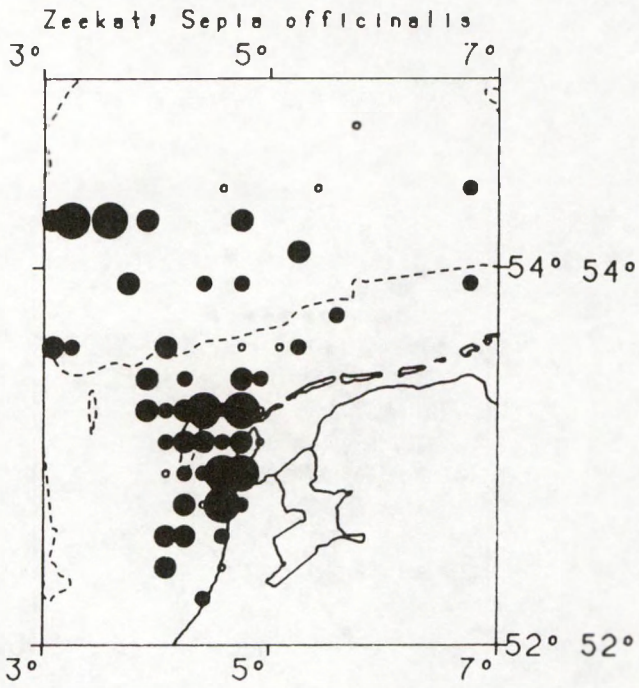


Periode : 1941-1950



Vervolg Fig. 4.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990

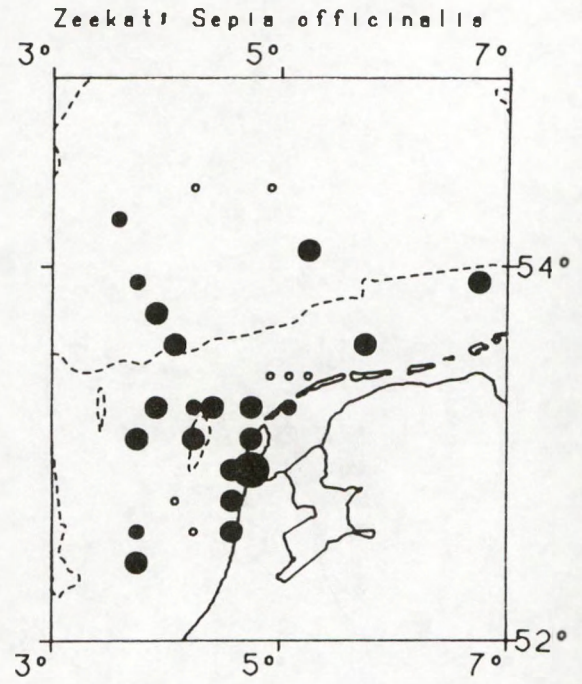
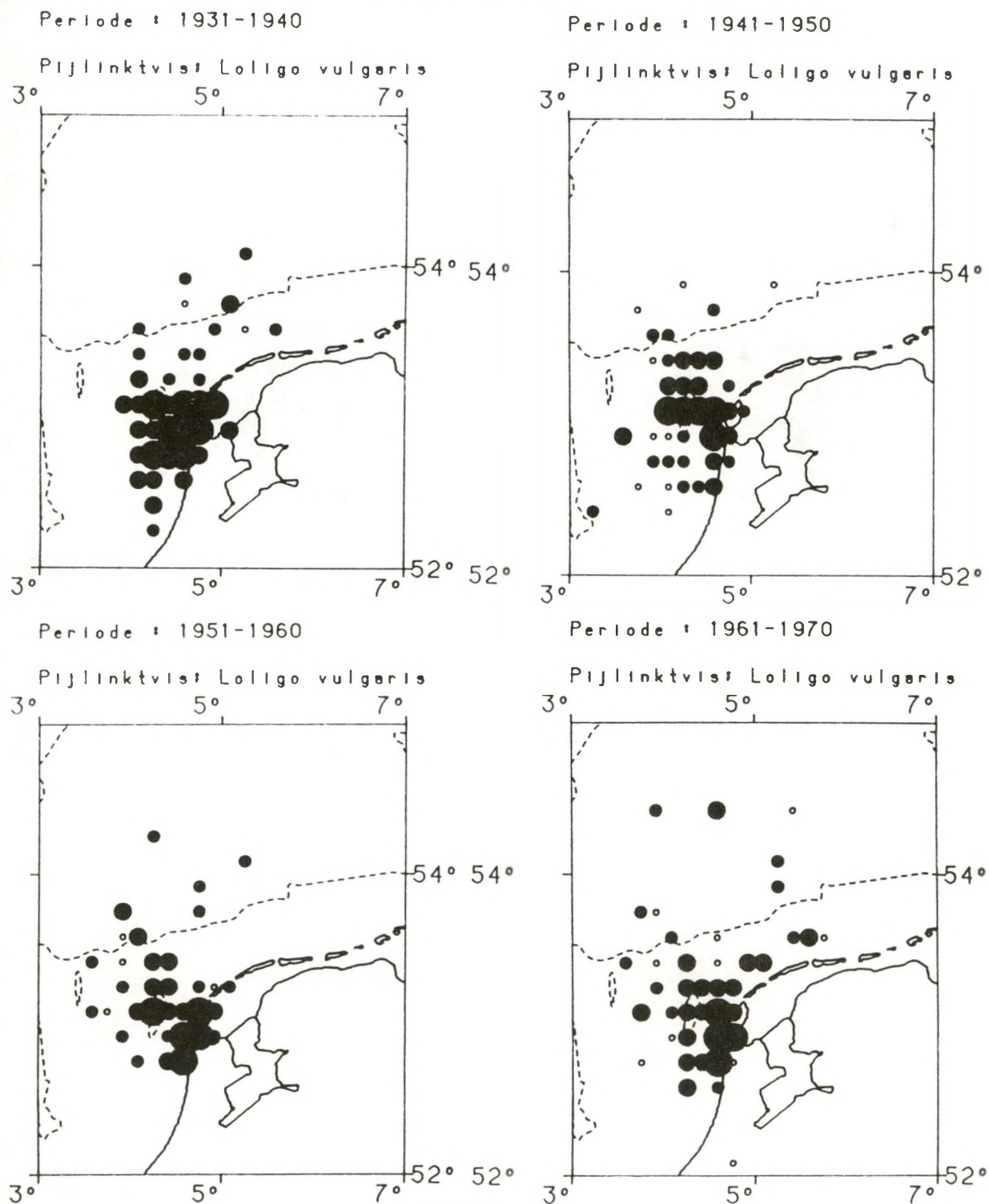
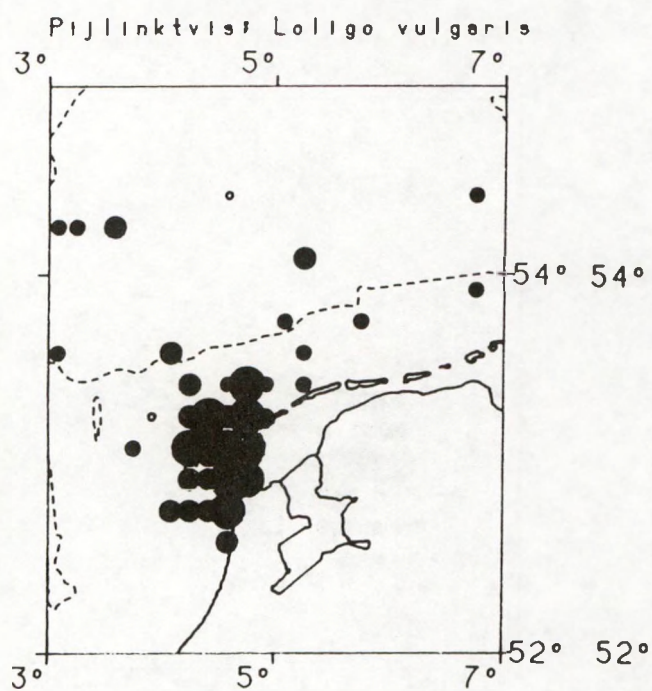


Fig. 5. Verspreiding van de meldingen van de gewone pijlinktvis (*Loligo vulgaris*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.



Vervolg Fig. 5.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990

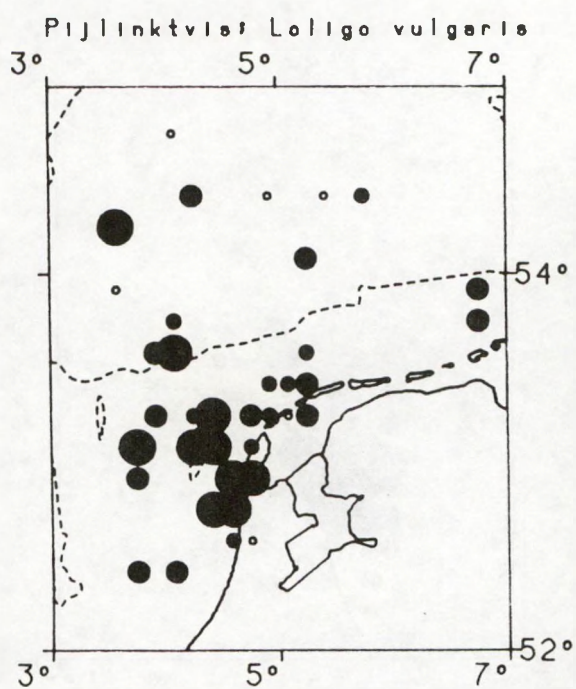
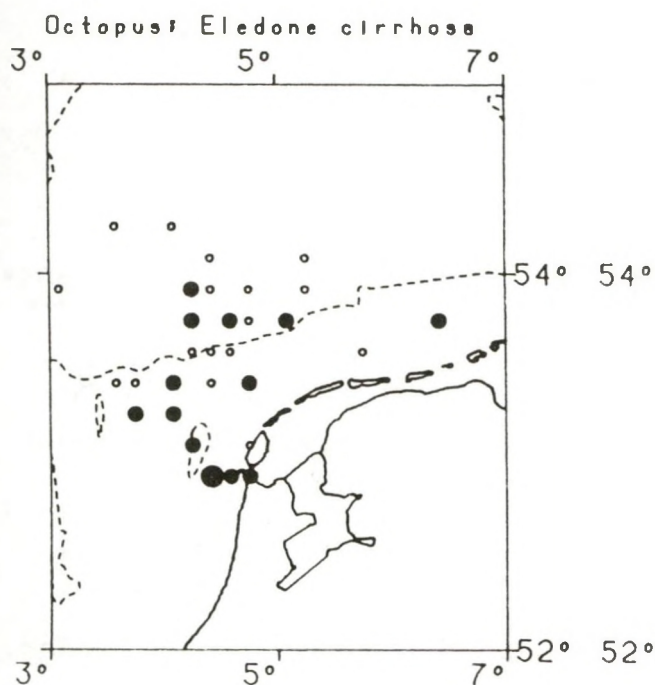
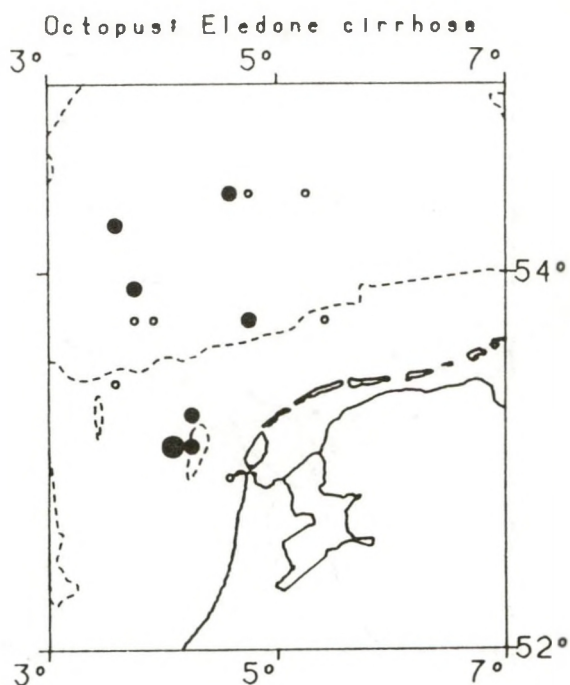


Fig. 6. Verspreiding van de meldingen van de kleine achterm (Eledone cirrhosa) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

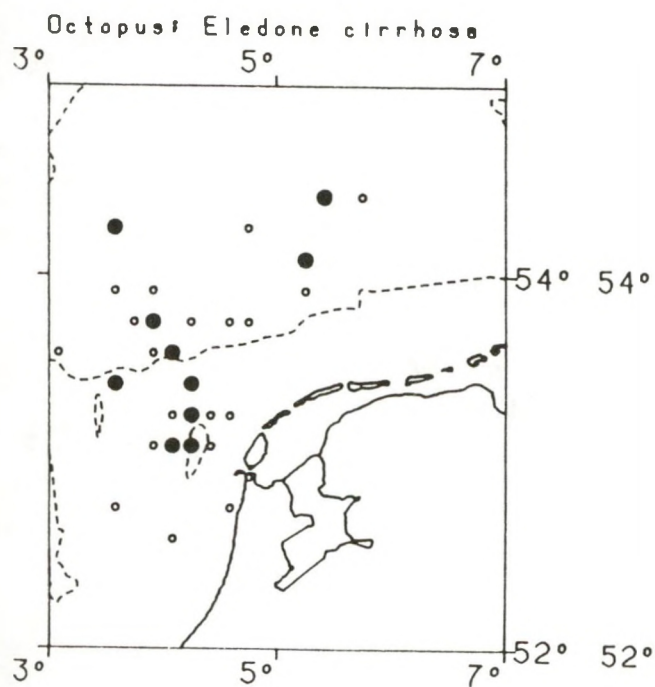
Periode : 1931-1940



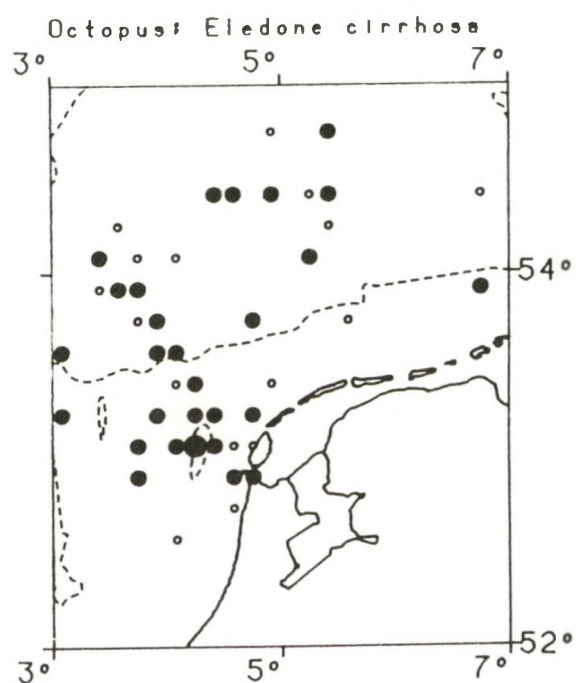
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960



Periode : 1961-1970



Vervolg Fig. 6.

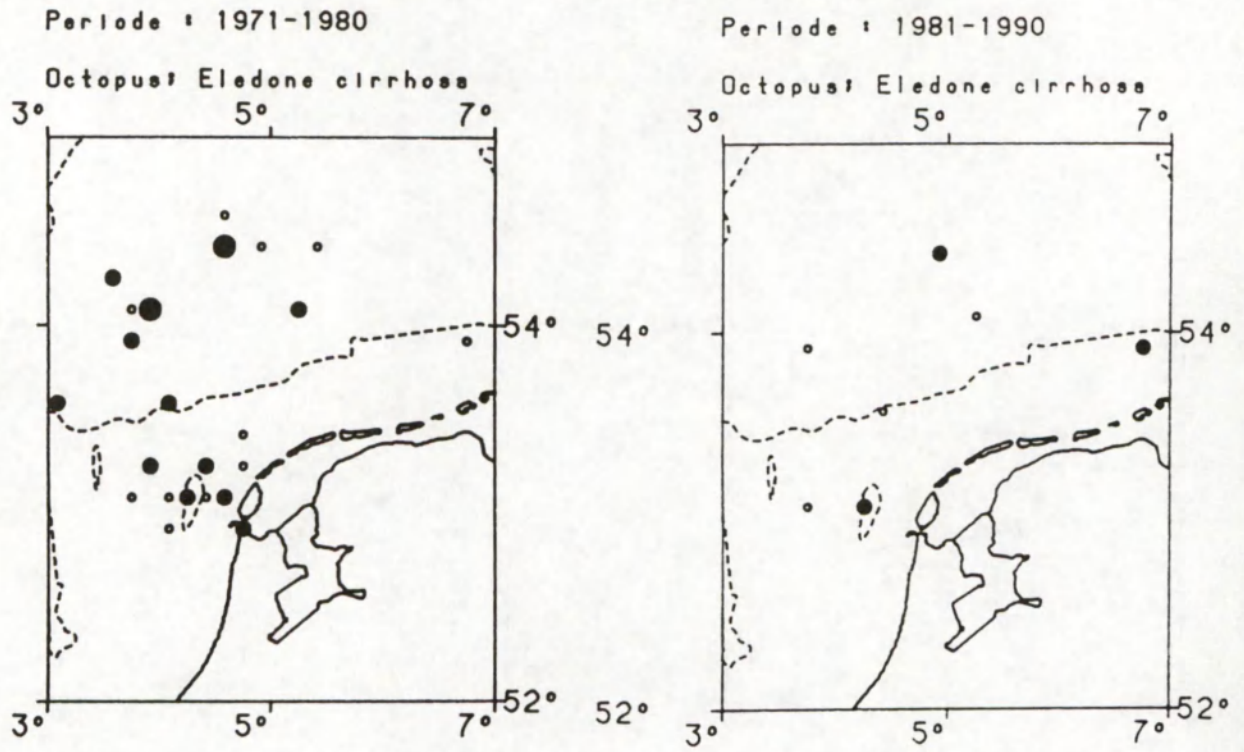
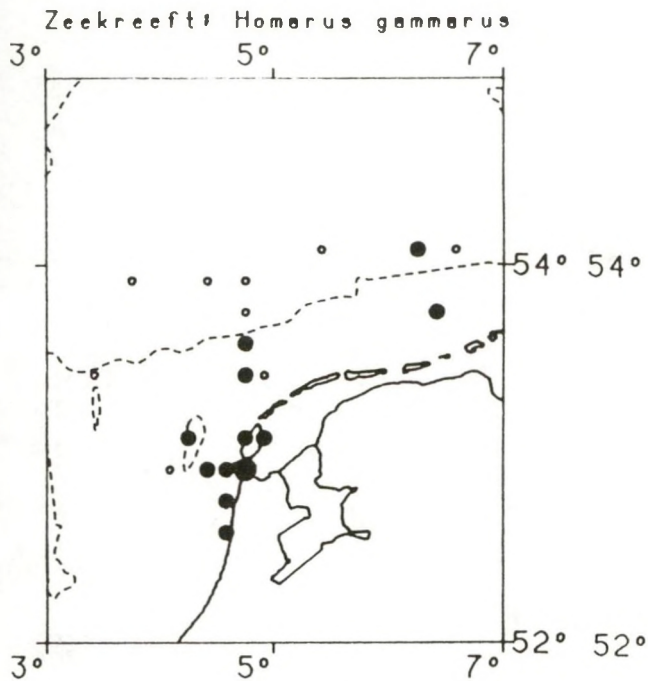
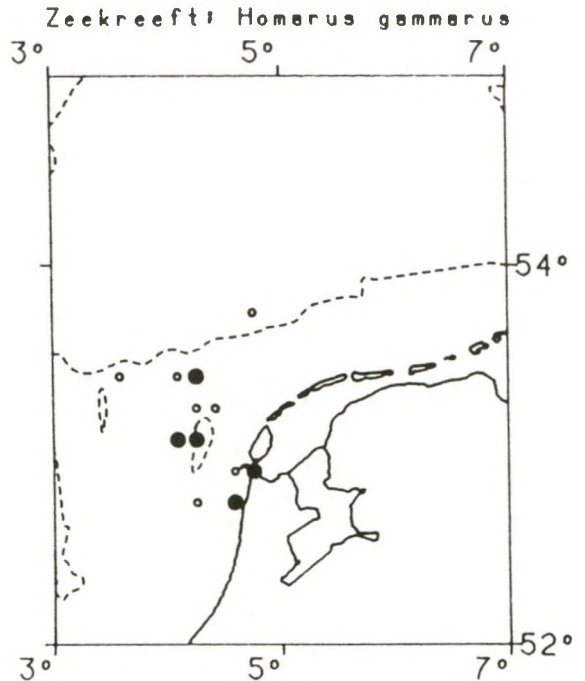


Fig. 7. Verspreiding van de meldingen van de zeekreeft (*Homarus gammarus*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

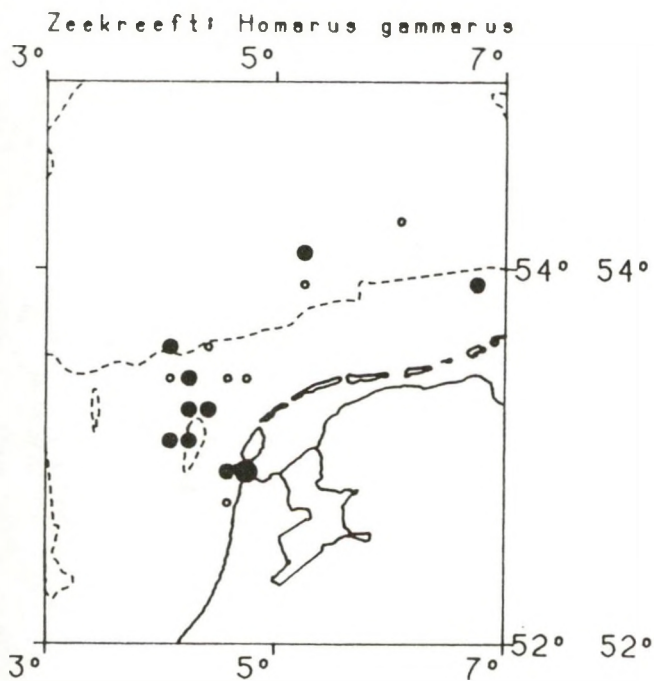
Periode : 1931-1940



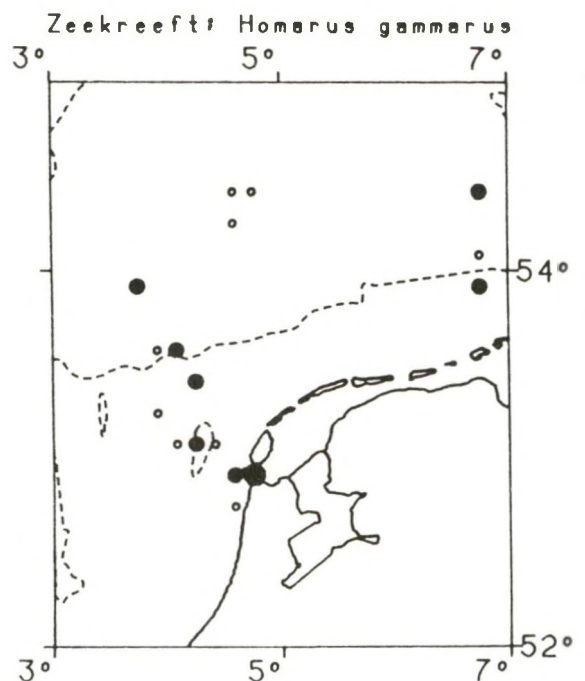
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960

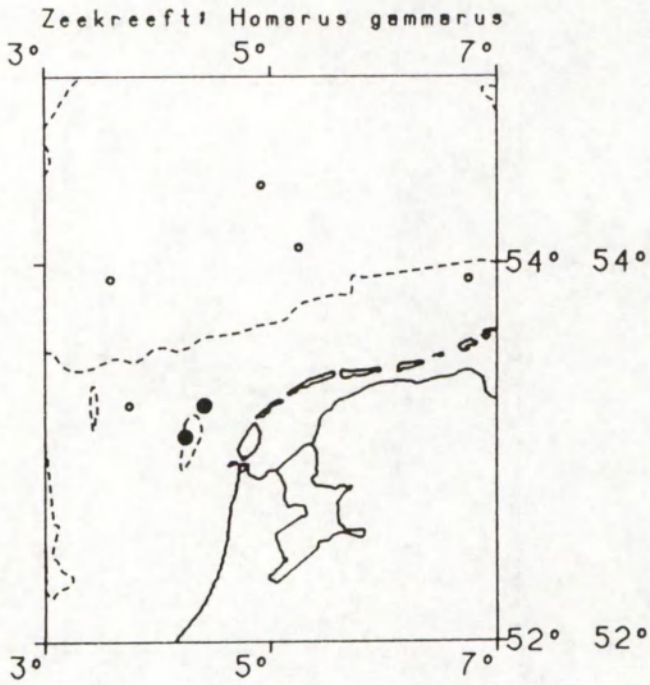


Periode : 1961-1970



Vervolg Fig. 7.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990

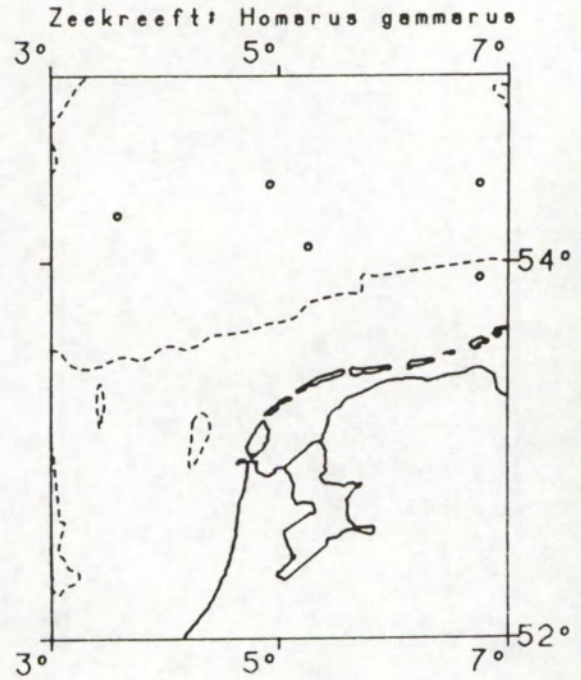
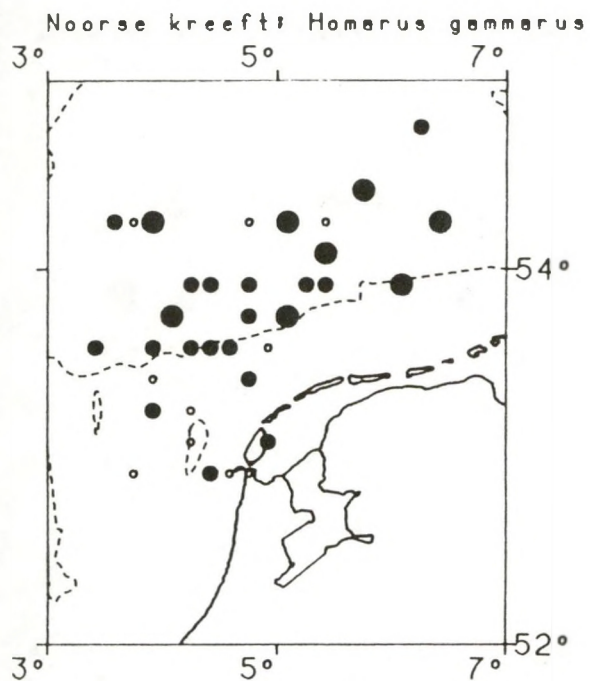
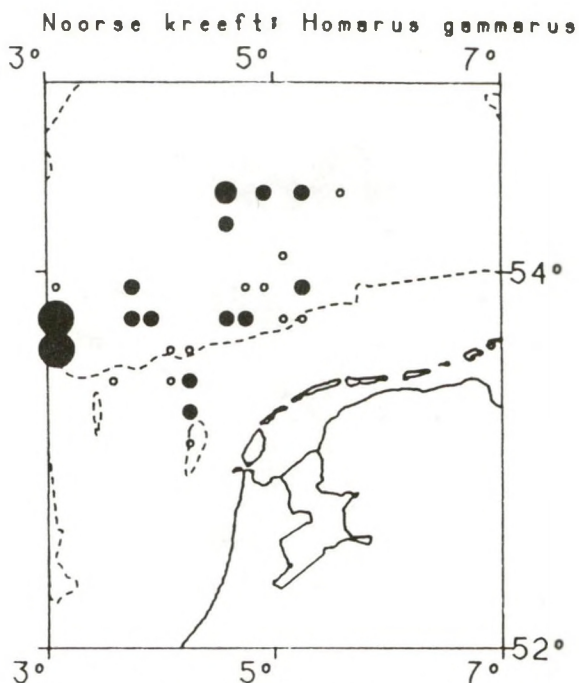


Fig. 8. Verspreiding van de meldingen van de Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

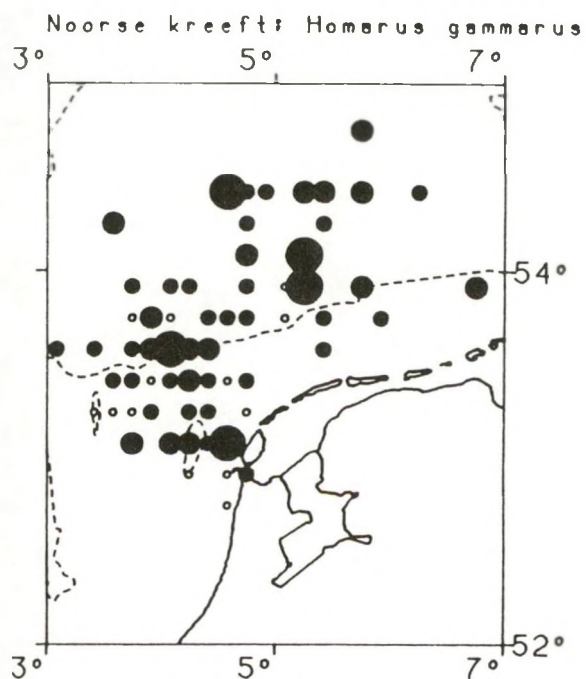
Periode : 1931-1940



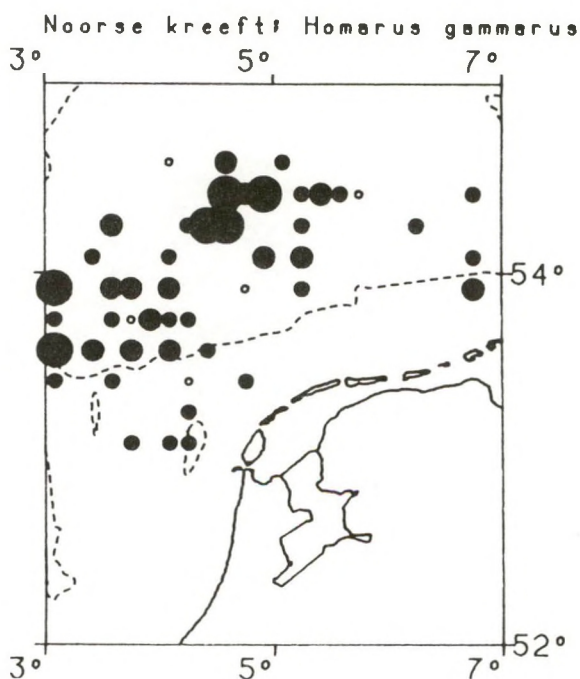
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960

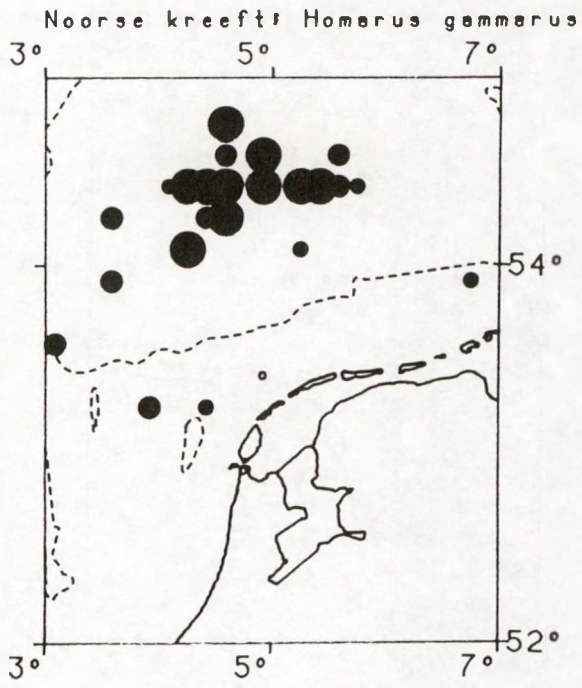


Periode : 1961-1970



Vervolg Fig. 8.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990

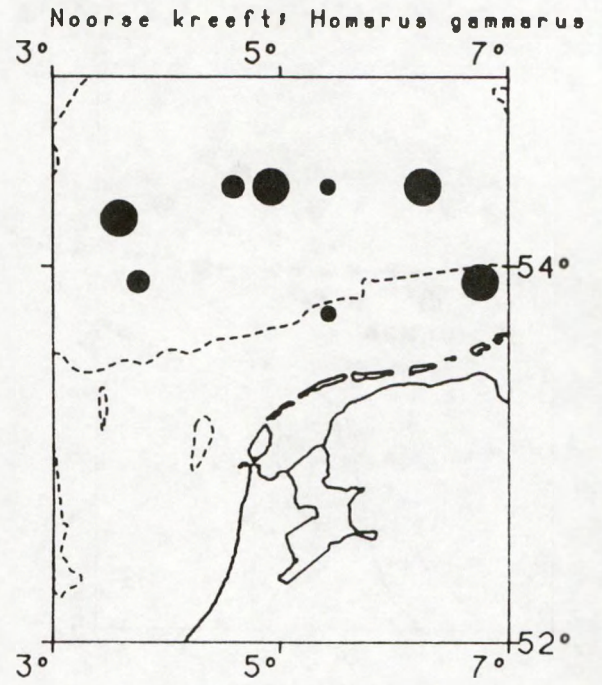
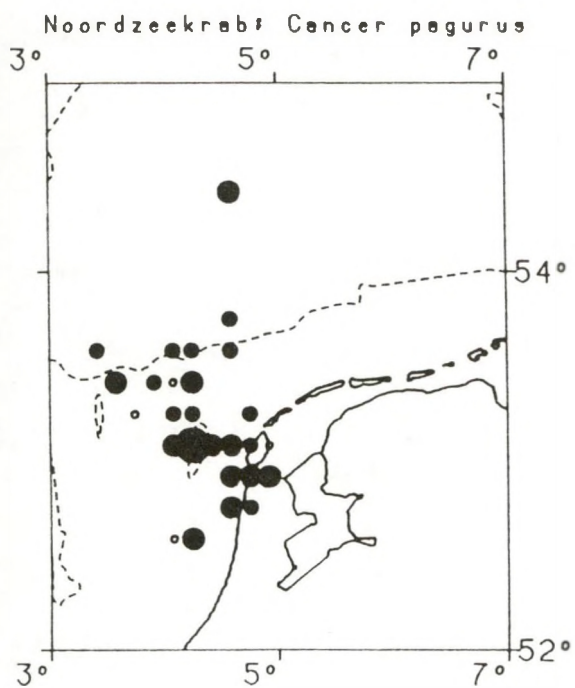
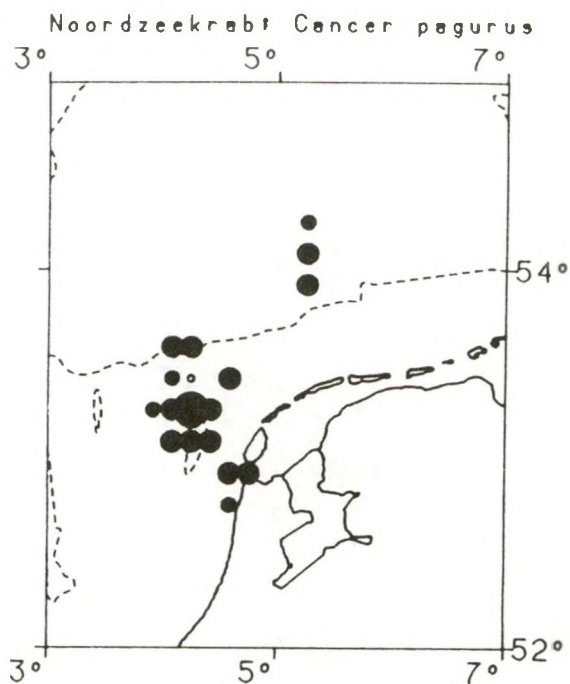


Fig. 9. Verspreiding van de meldingen van de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

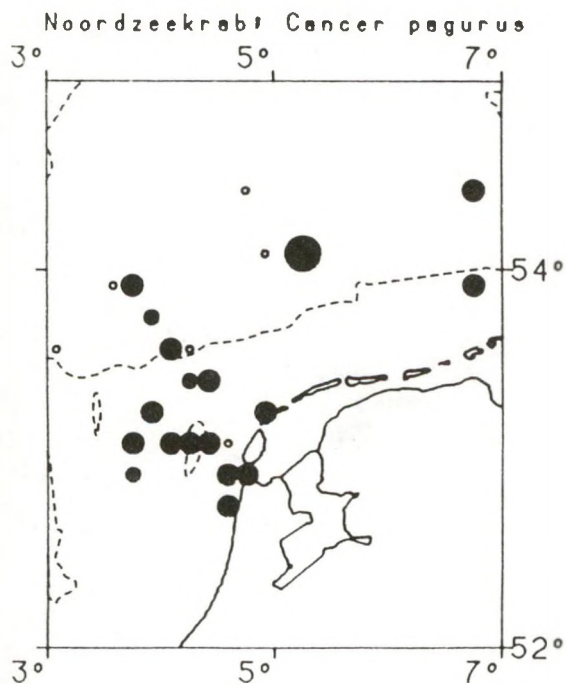
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960



Periode : 1961-1970



Periode : 1971-1980

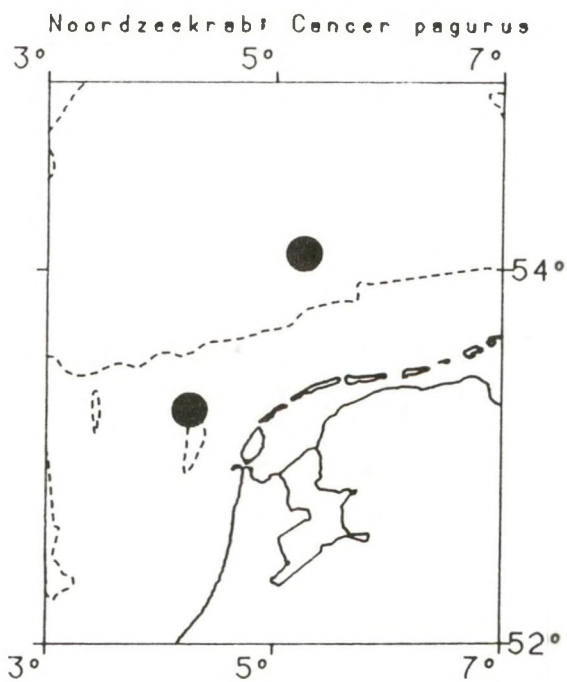
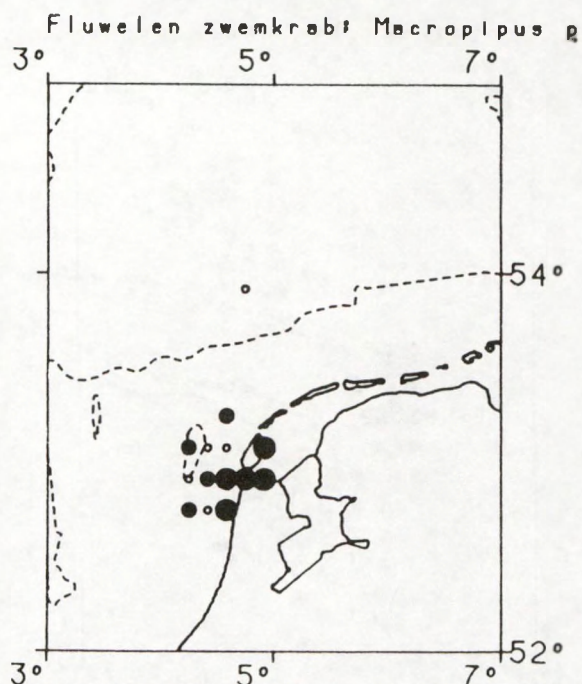
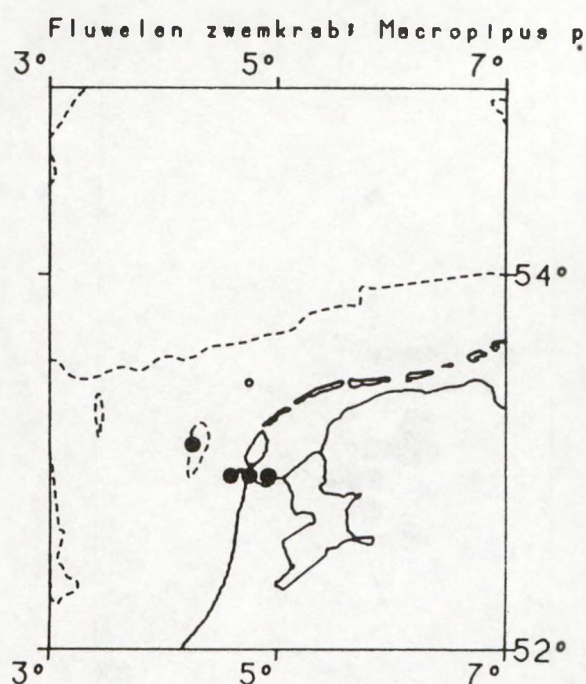


Fig. 10. Verspreiding van de meldingen van de fluwelen Zwemkrab (*Macropipes puber*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

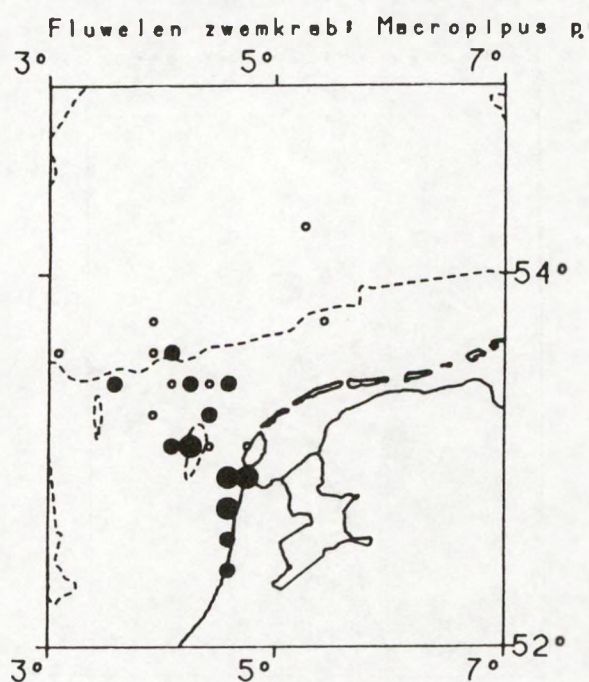
Periode : 1931-1940



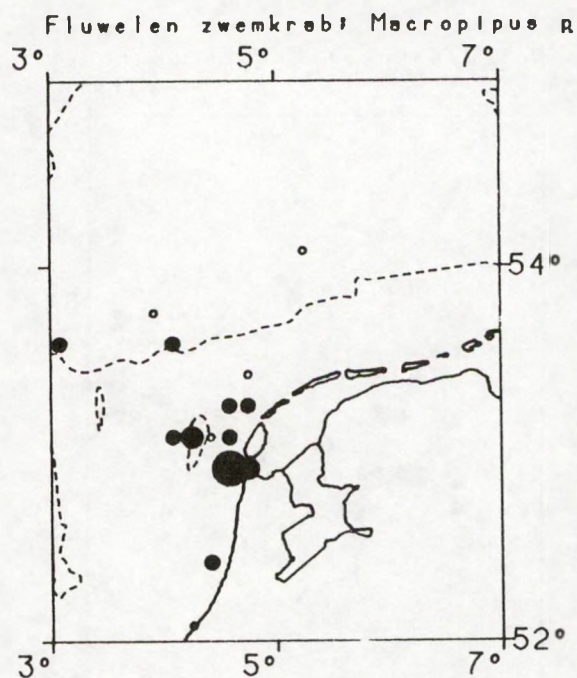
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960

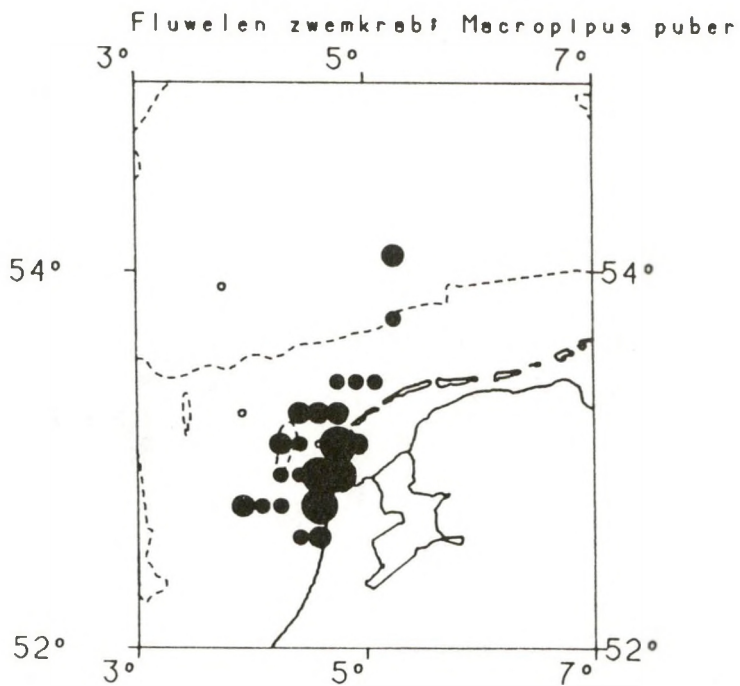


Periode : 1961-1970



Vervolg Fig. 10.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990

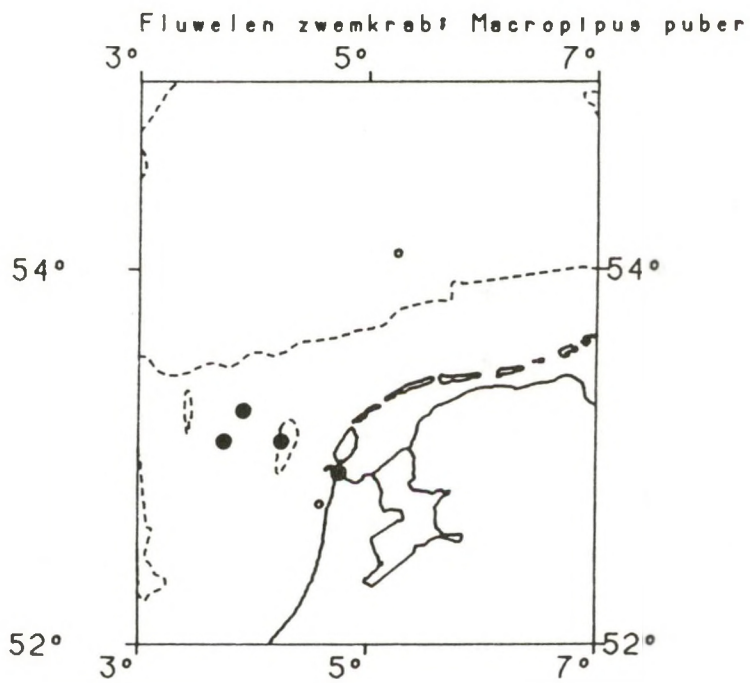
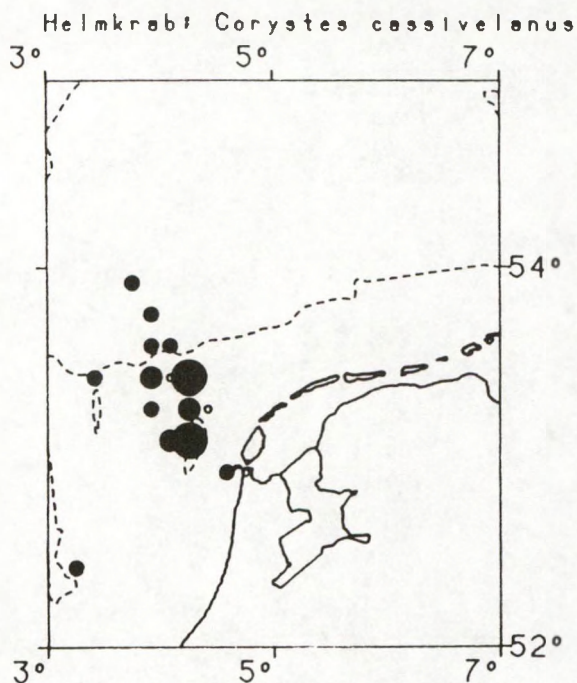
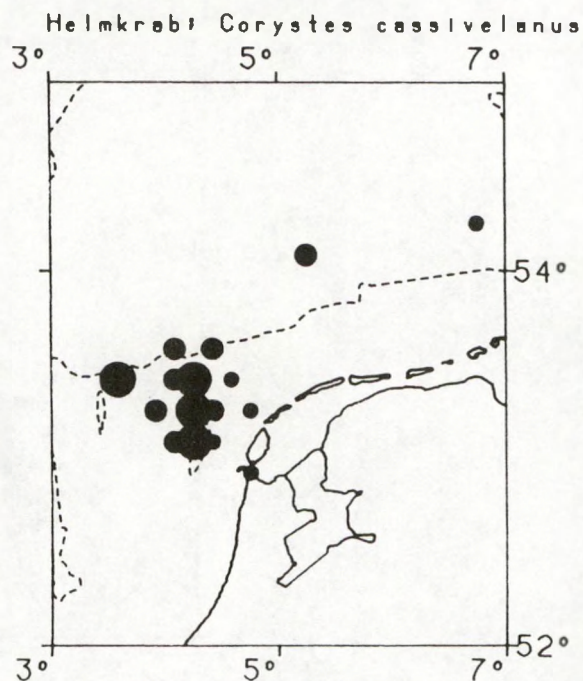


Fig. 11. Verspreiding van de meldingen van de helmkrab (*Corystes cassivelaunus*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

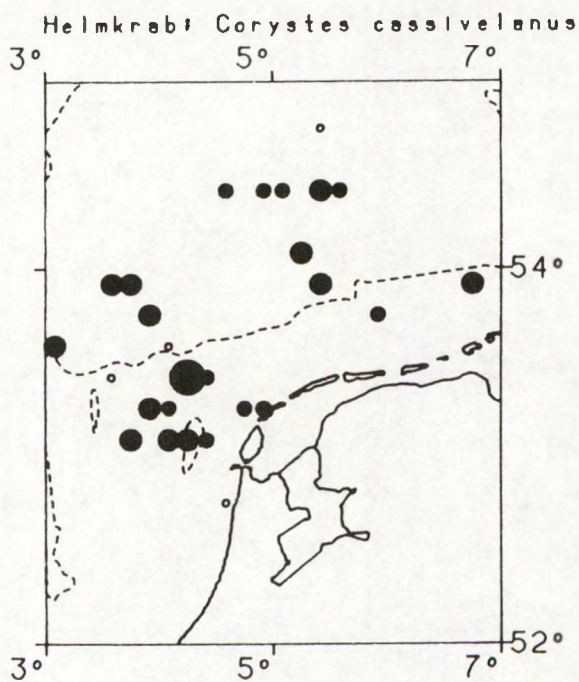
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960



Periode : 1961-1970



Periode : 1971-1980

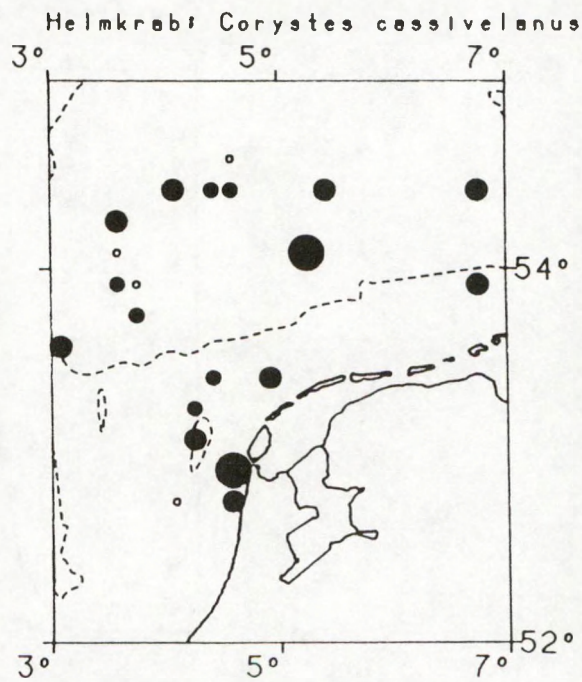
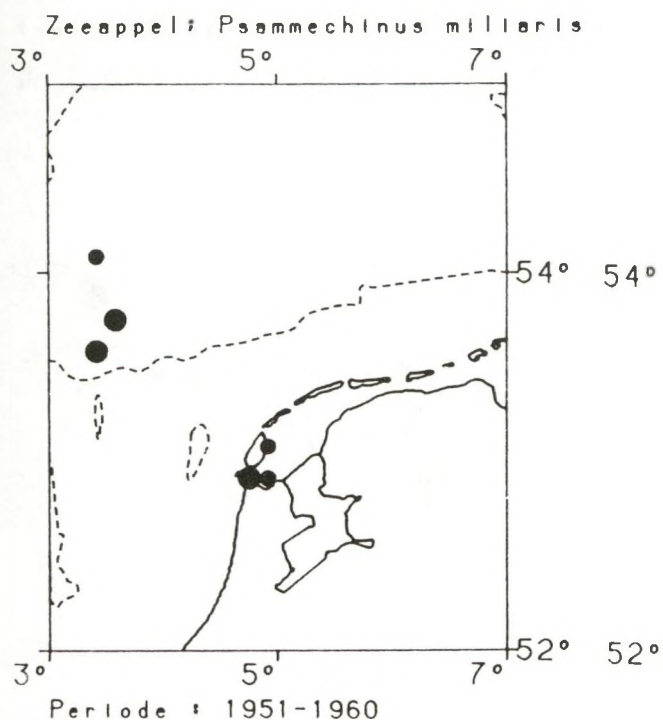
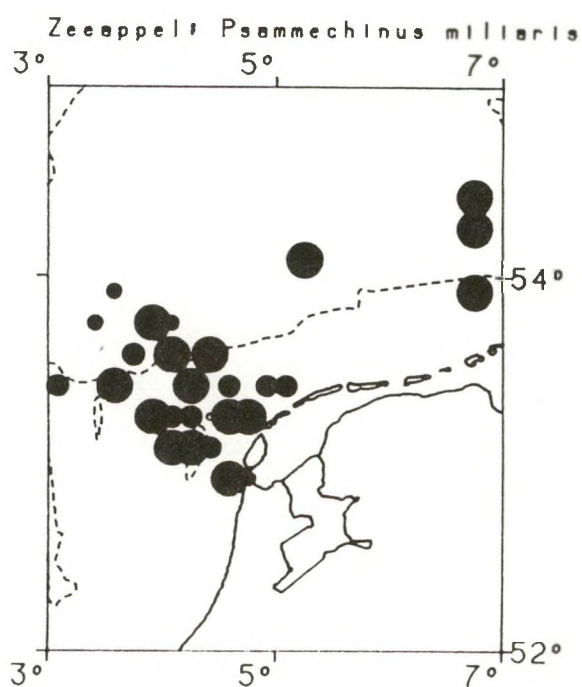
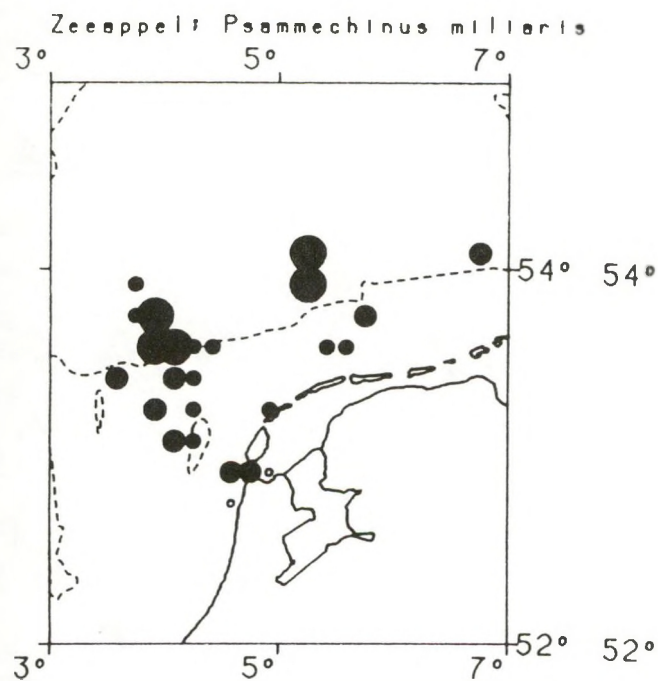
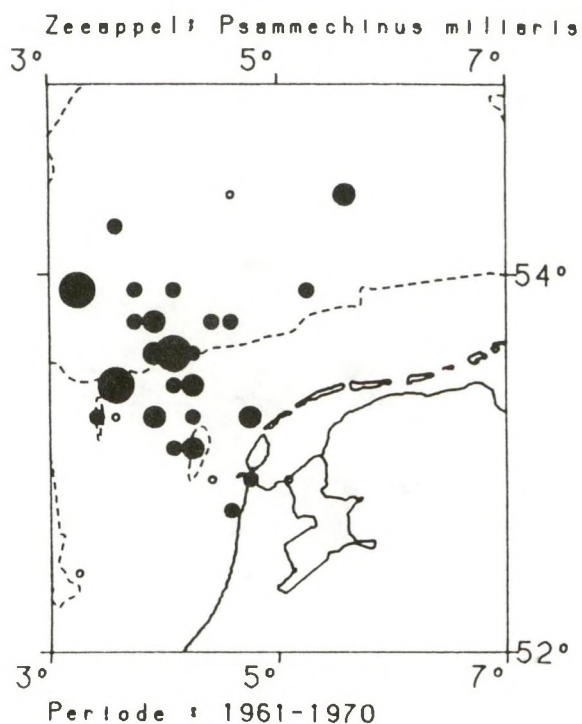


Fig. 12. Verspreiding van de meldingen van de gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

Periode : 1931-1940



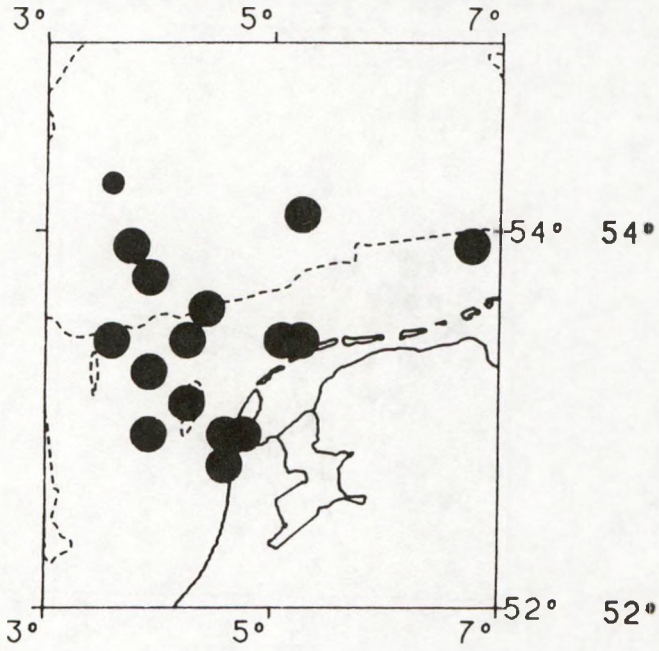
Periode : 1941-1950



Vervolg Fig. 12.

Periode : 1971-1980

Zeeappel; *Psammechinus miliaris*



Periode : 1981-1990

Zeeappel; *Psammechinus miliaris*

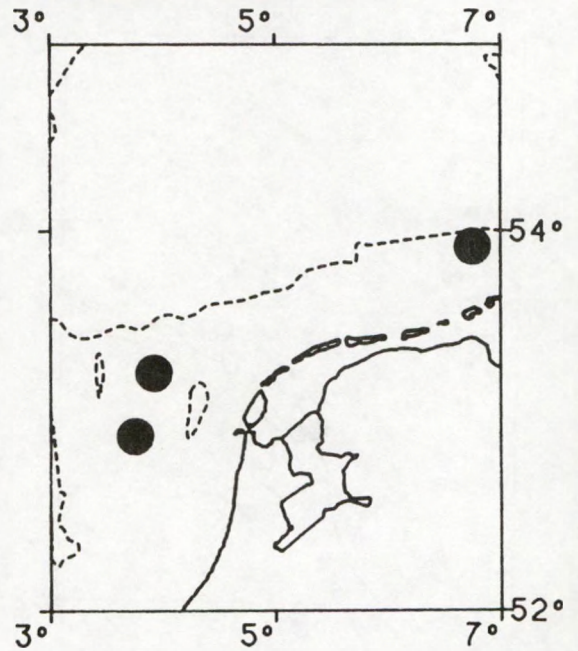
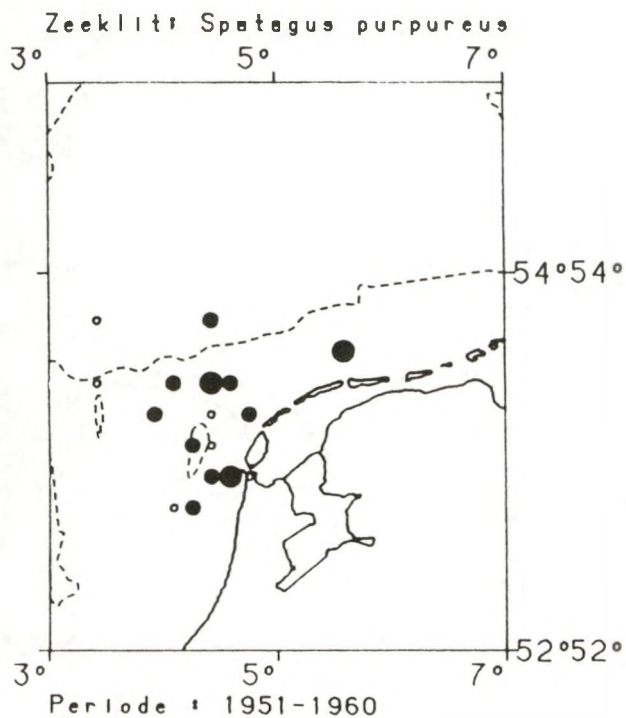
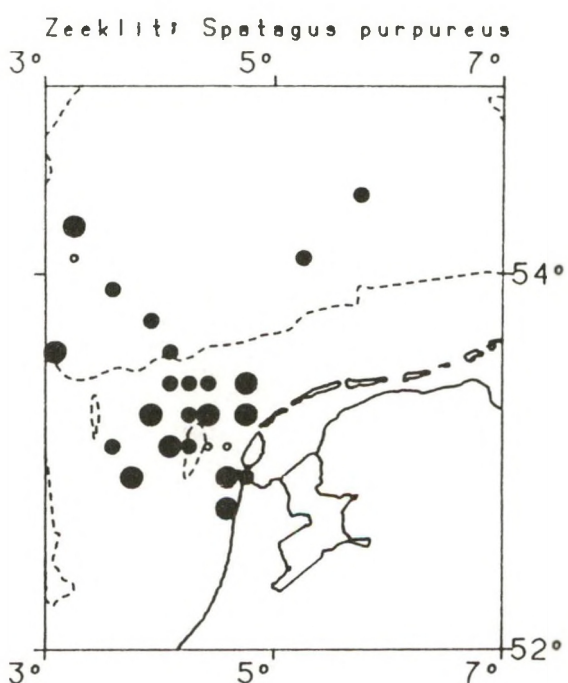
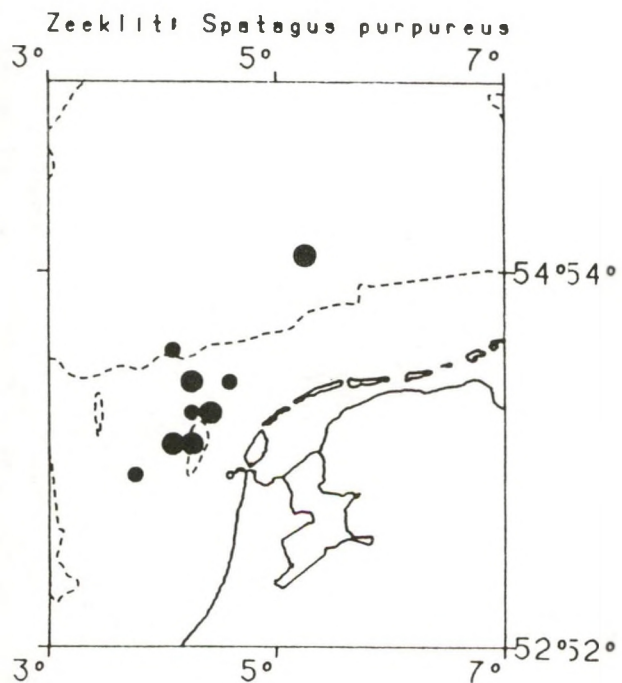
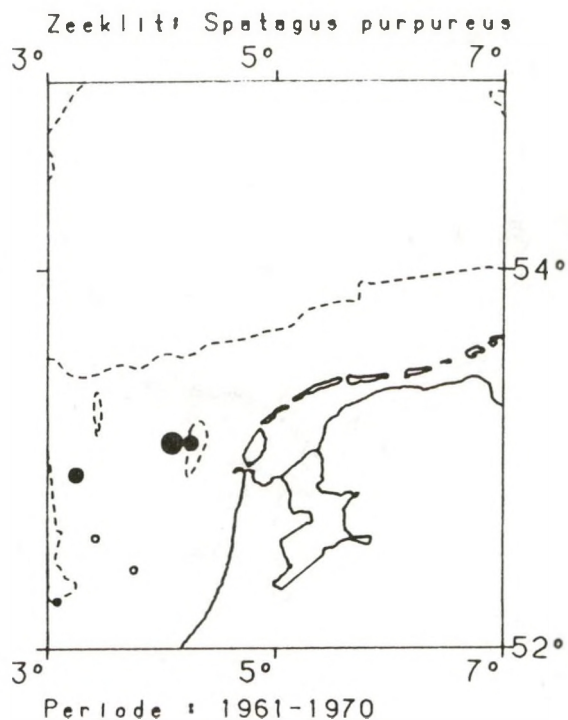


Fig. 13. Verspreiding van de meldingen van de purperen zeeklit (*Spatangus purpureus*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

Periode : 1931-1940



Periode : 1941-1950



Vervolg Fig. 13.

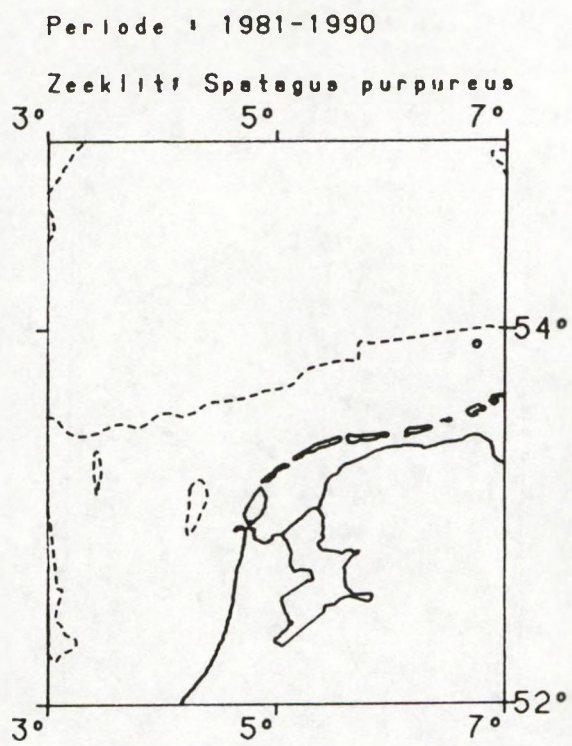
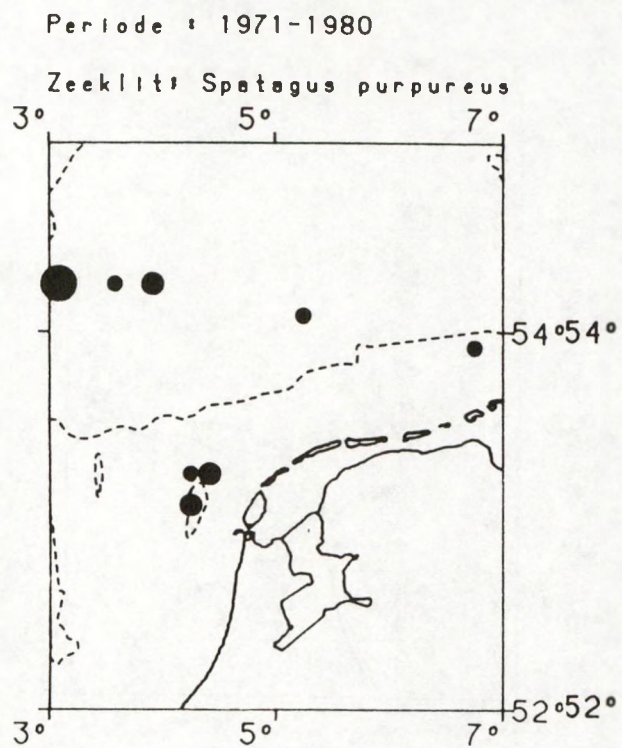
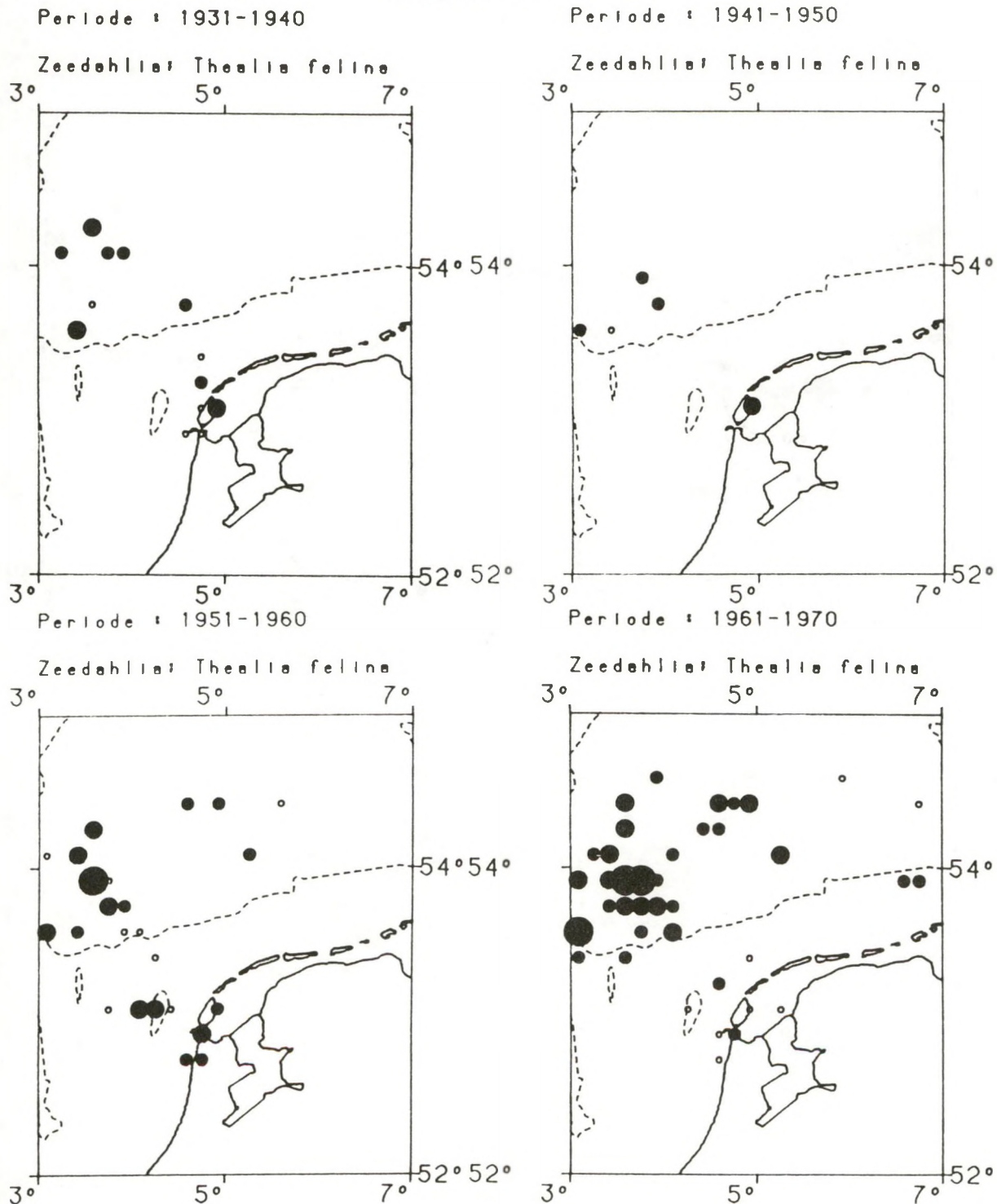
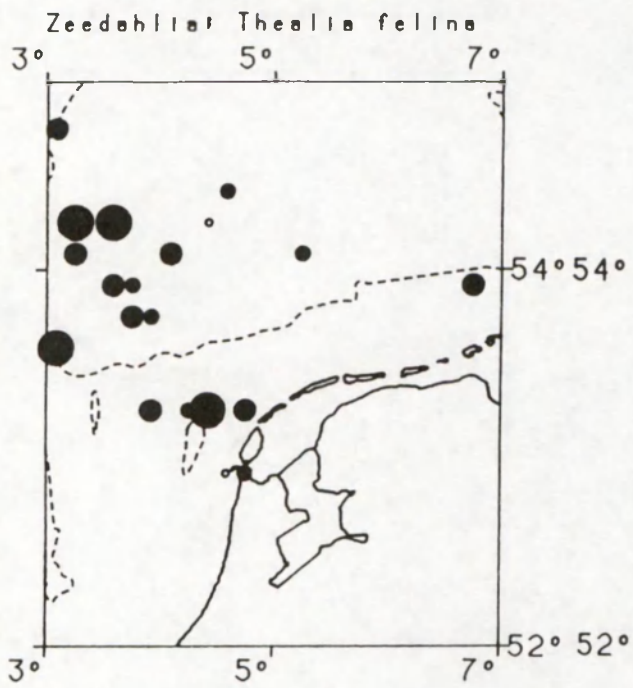


Fig. 14. Verspreiding van de meldingen van de zeedahlia (*Tealia felina*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.



Vervolg Fig. 14.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990

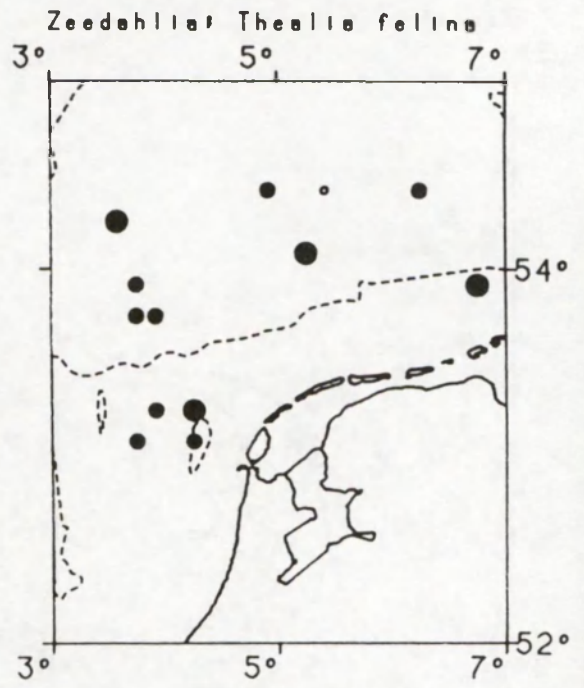
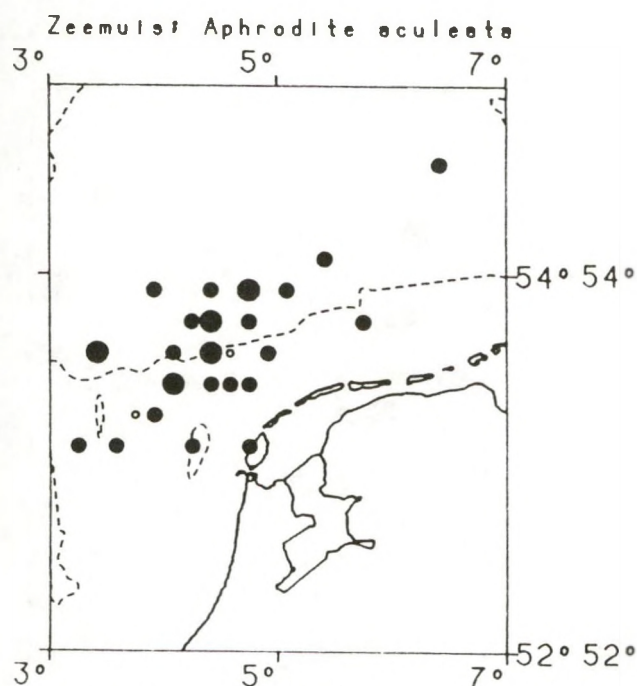
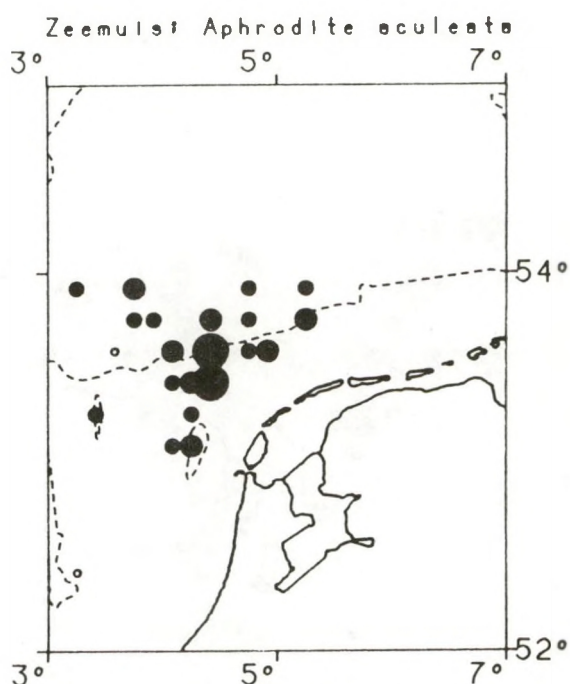


Fig. 15. Verspreiding van de meldingen van de fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata*) per decennium over de periode 1931-1990 per kwadrant van 10' x 10'.

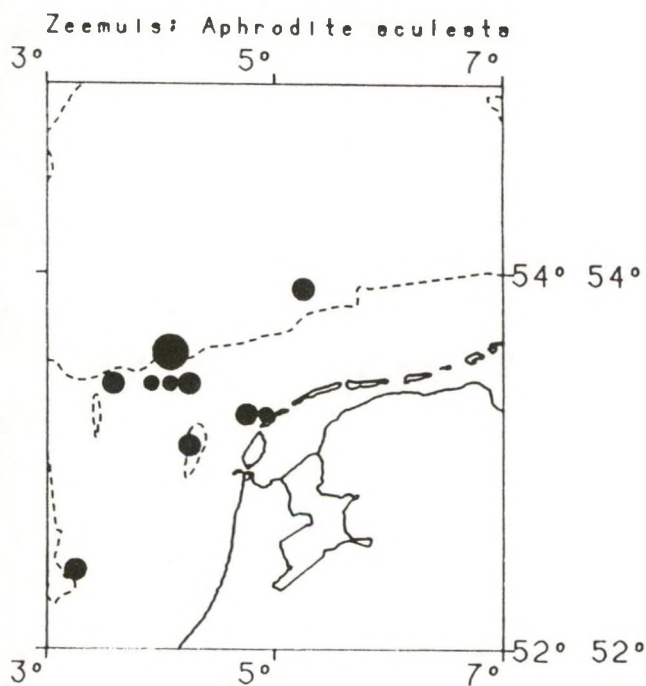
Periode : 1931-1940



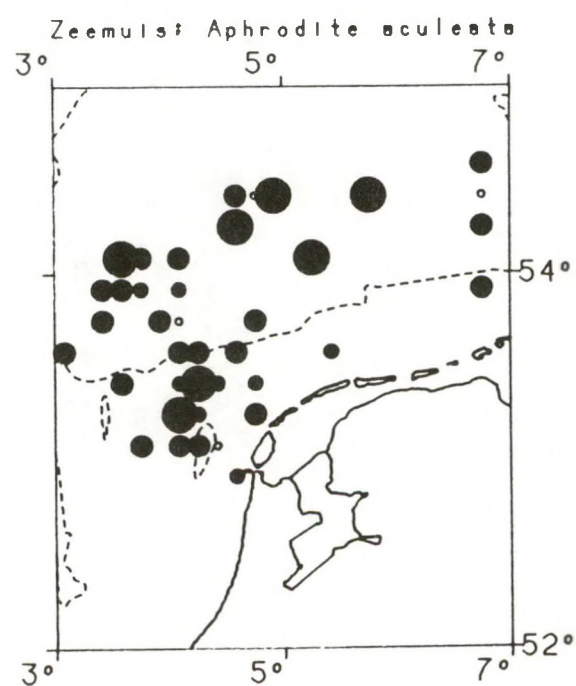
Periode : 1941-1950



Periode : 1951-1960

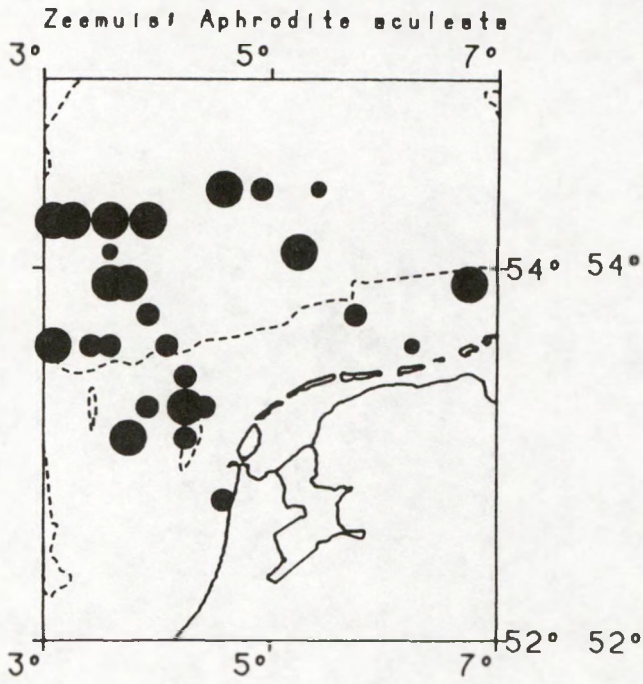


Periode : 1961-1970

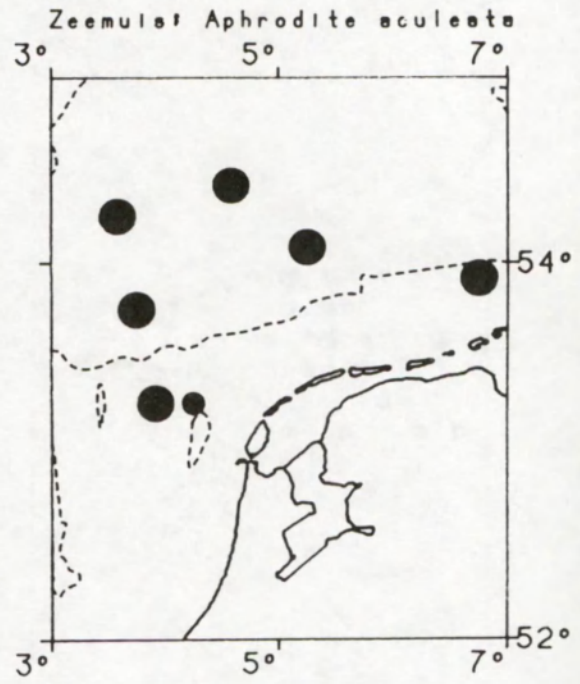


Vervolg Fig. 15.

Periode : 1971-1980



Periode : 1981-1990



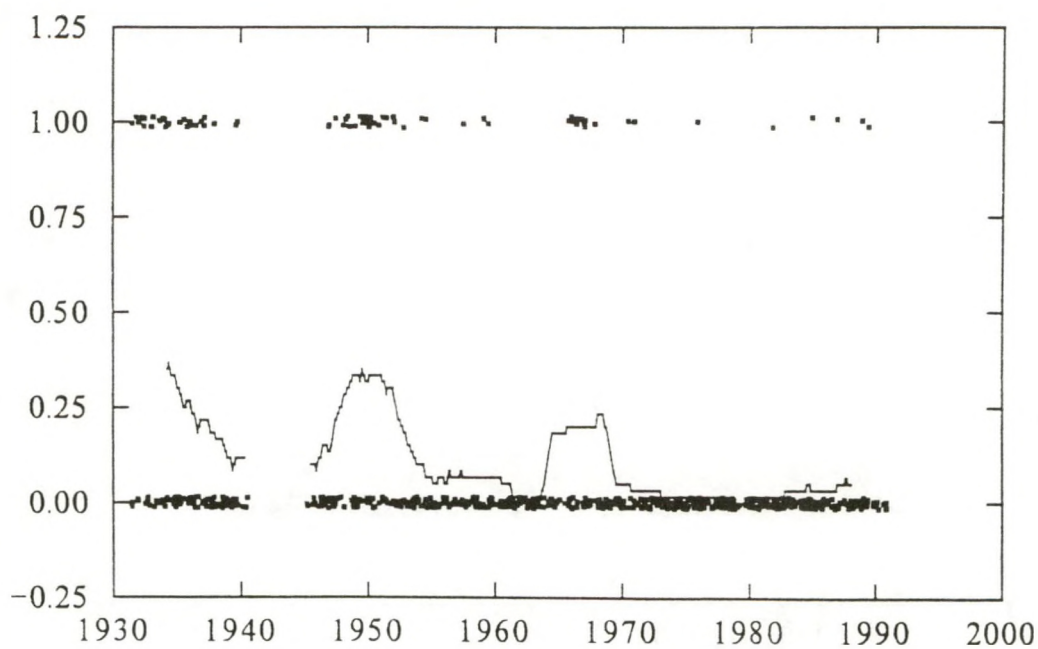


Fig. 16. Veranderingen in de frequentie van melding van de wulk (*Buccinum undatum*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

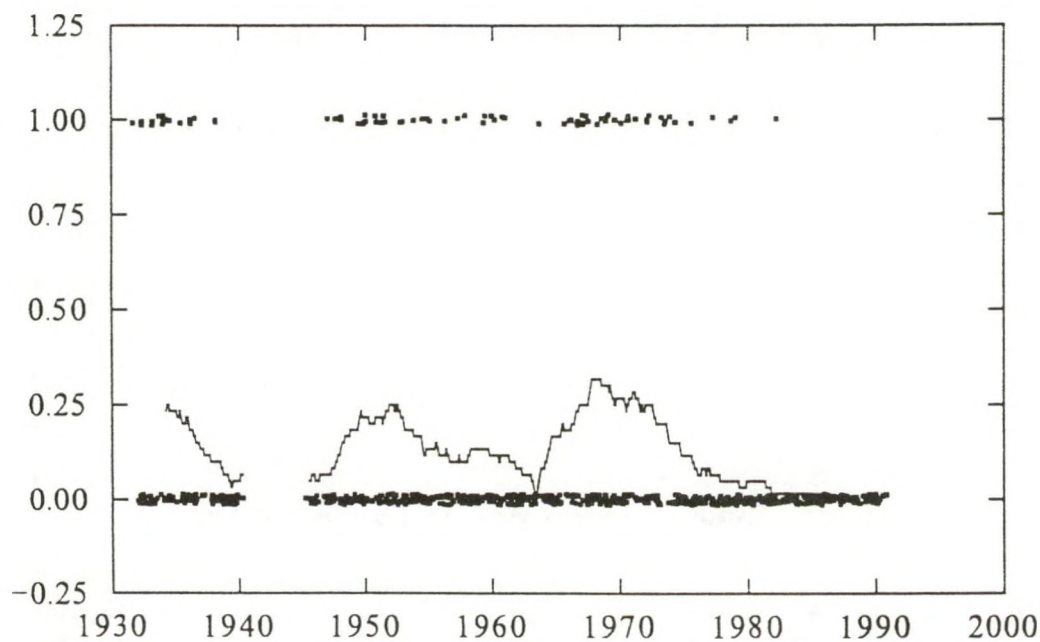


Fig. 17. Veranderingen in de frequentie van melding van de noordhoren (*Neptunea antiqua*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

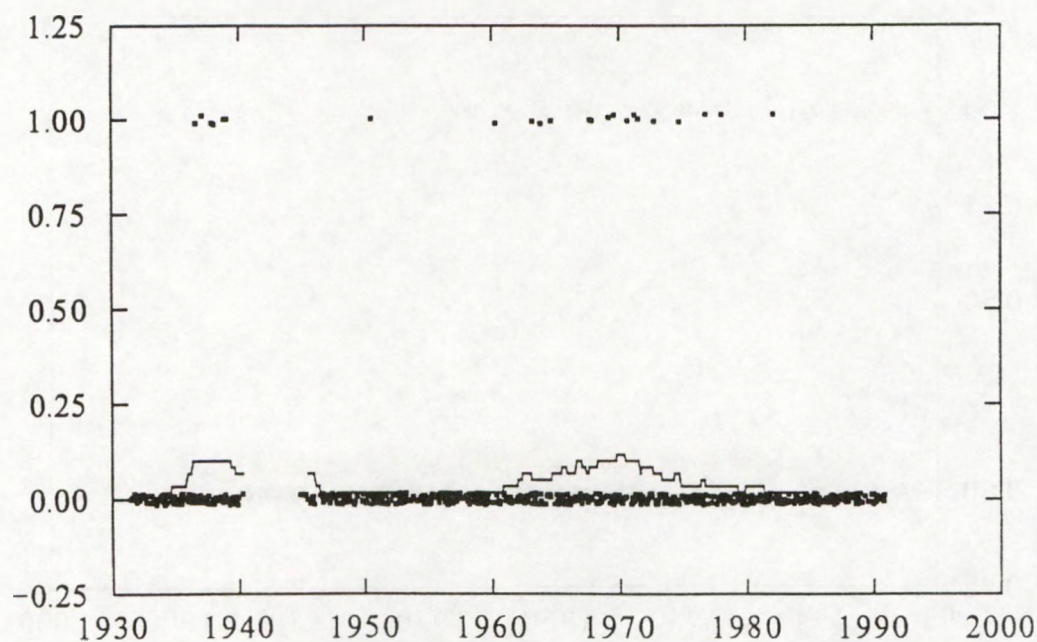


Fig. 18. Veranderingen in de frequentie van melding van de slanke noordhoren (*Colus gracilis*) over de periode 1931-1990.
Voor meer informatie zie Methoden.

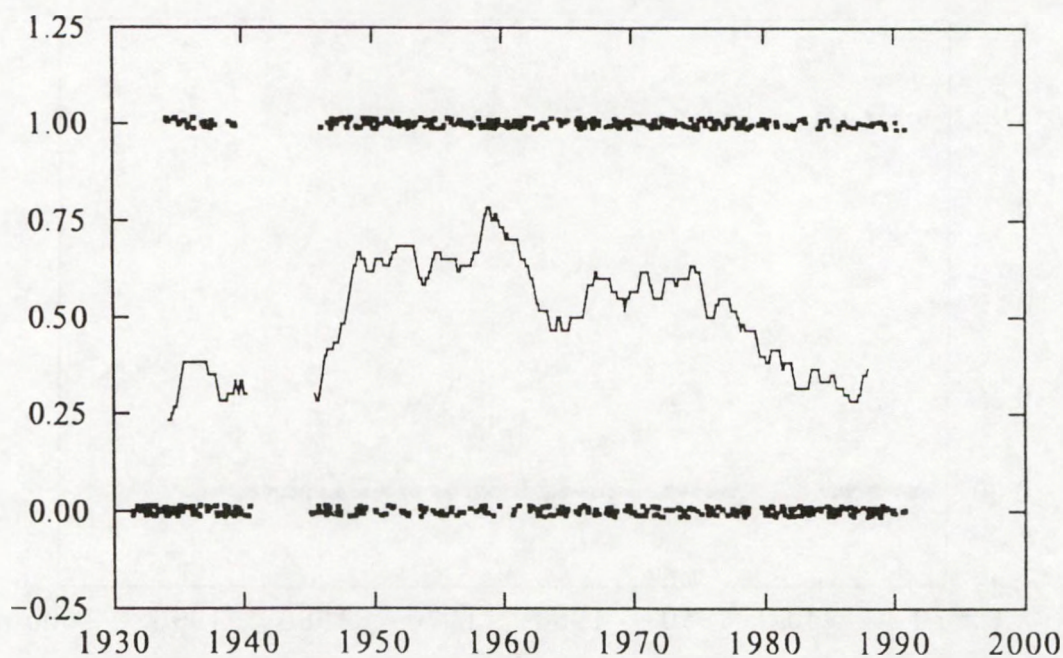


Fig. 19. Veranderingen in de frequentie van melding van de gewone zeekat (*Sepia officinalis*) over de periode 1931-1990.
Voor meer informatie zie Methoden.

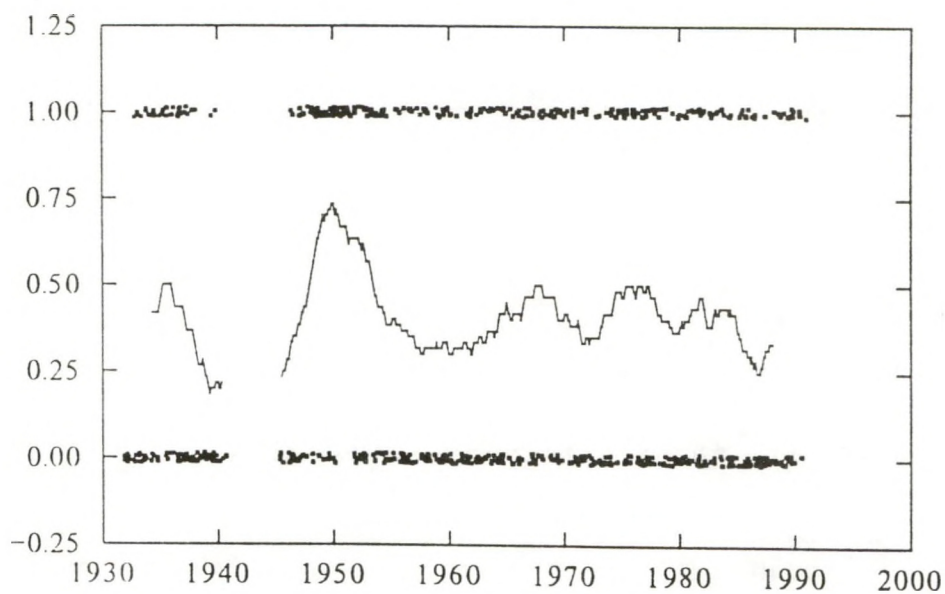


Fig. 20. Veranderingen in de frequentie van melding van de gewone pijlintvis (*Loligo vulgaris*) over de periode 1931-1990.
Voor meer informatie zie Methoden.

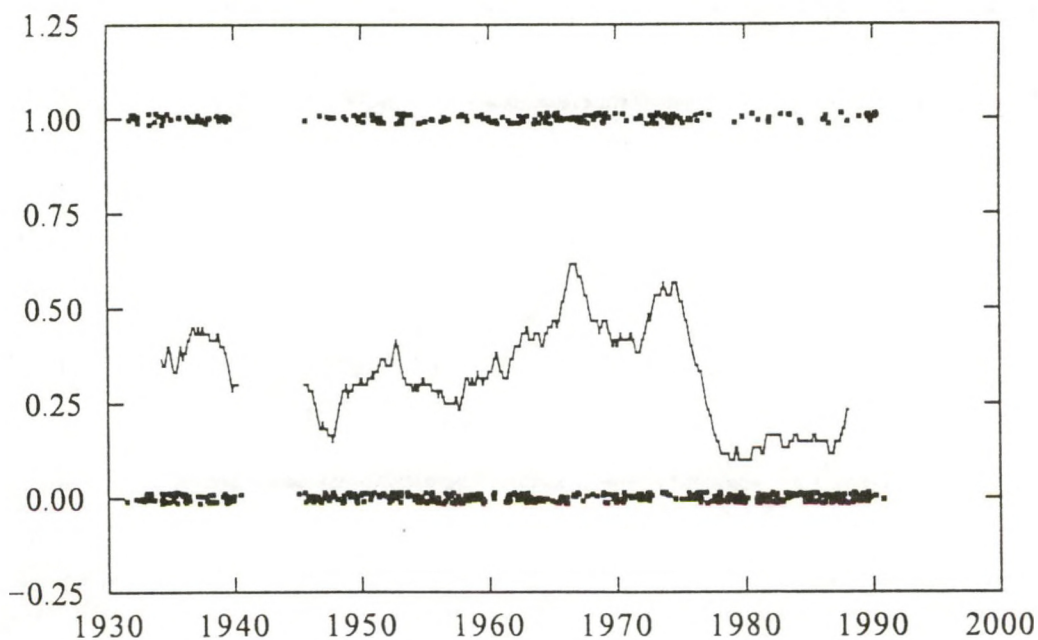


Fig. 21. Veranderingen in de frequentie van melding van de kleine achttarm (*Eledone cirrosa*) over de periode 1931-1990.
Voor meer informatie zie Methoden.

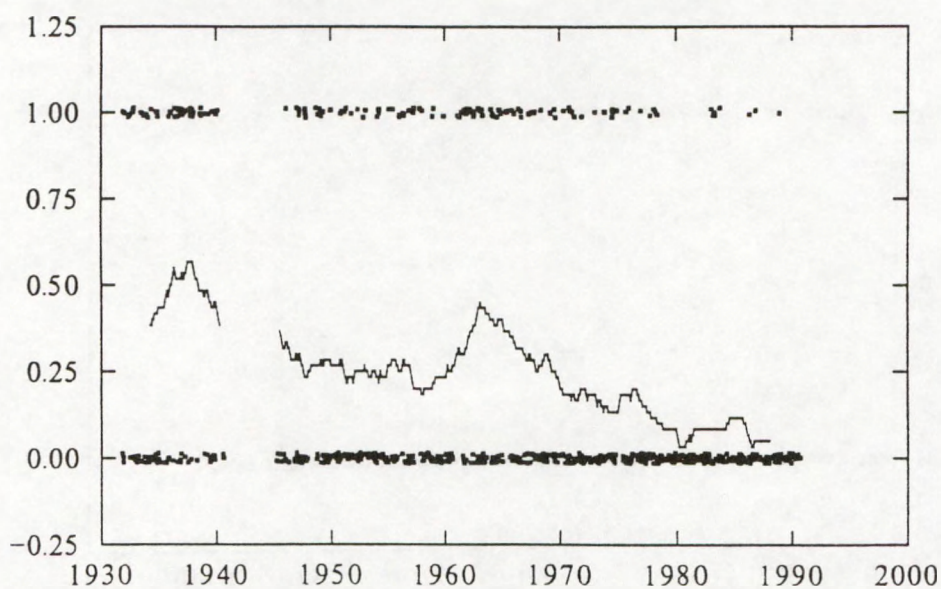


Fig. 22. Veranderingen in de frequentie van melding van de zeekreeft (*Homarus gammarus*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

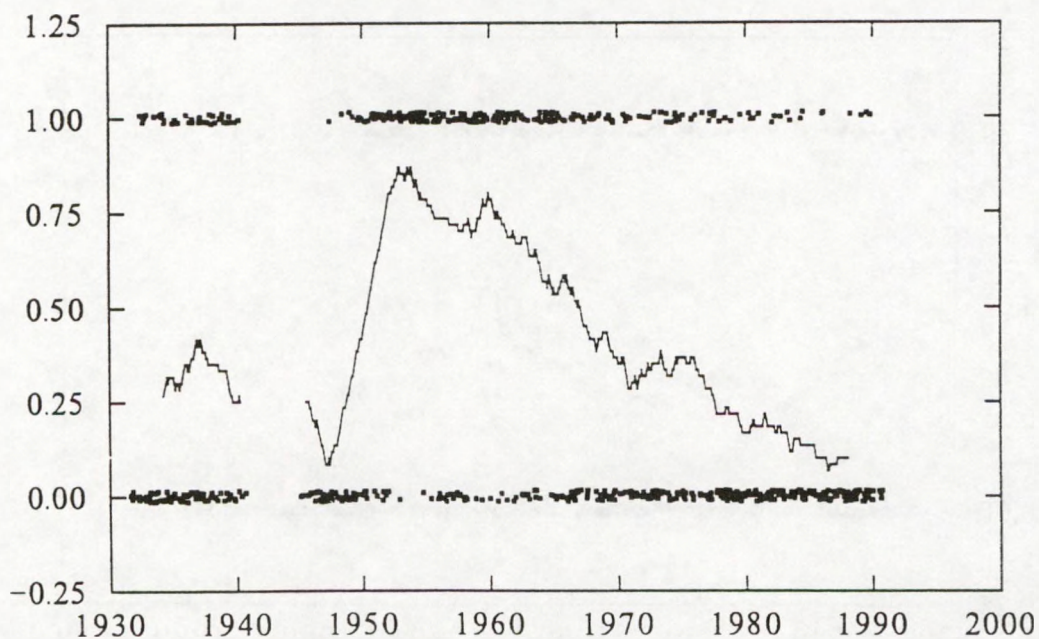


Fig. 23. Veranderingen in de frequentie van melding van de Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

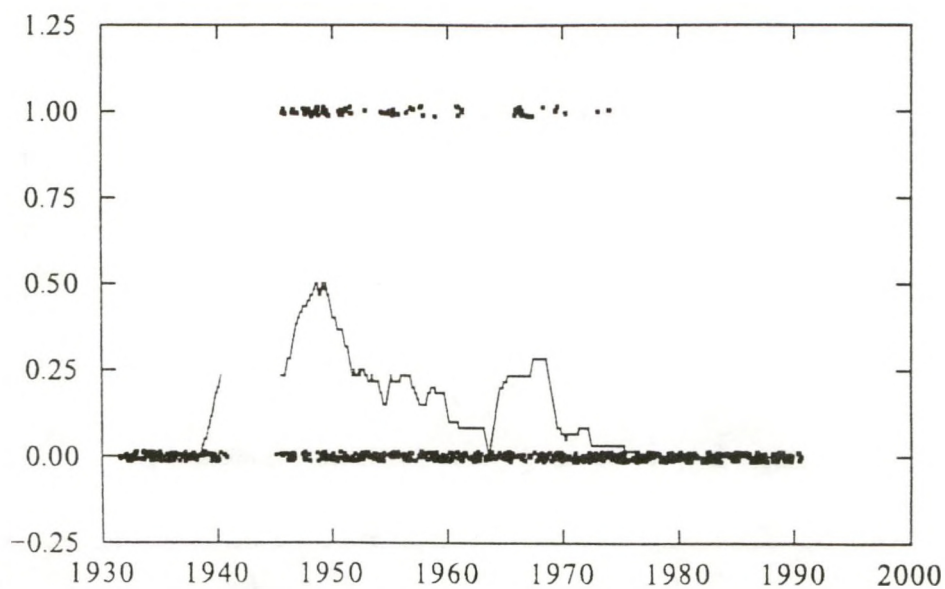


Fig. 24. Veranderingen in de frequentie van melding van de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

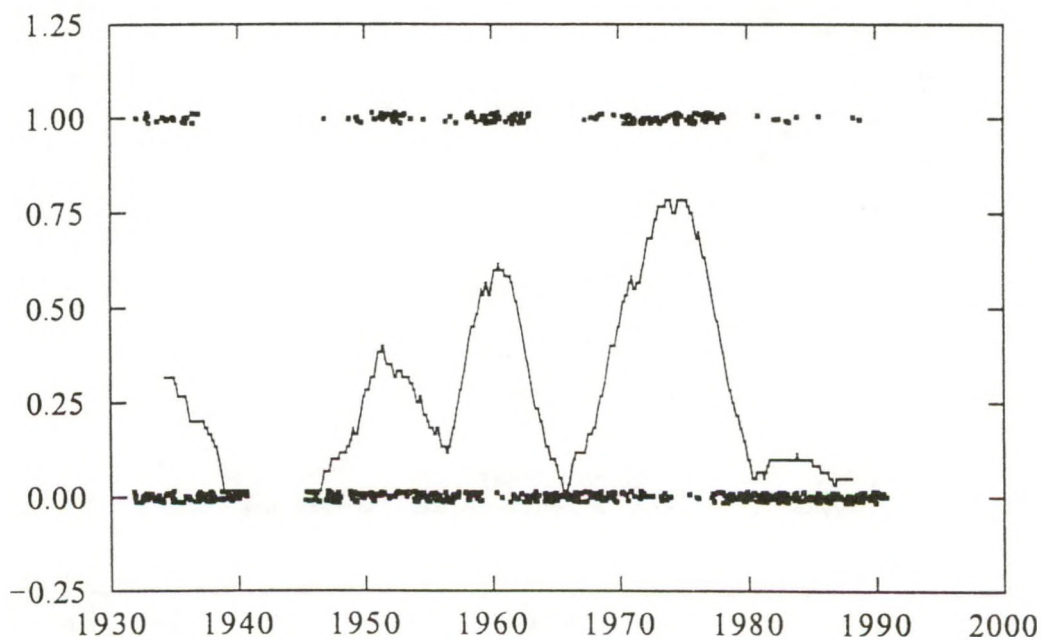


Fig. 25. Veranderingen in de frequentie van melding van de fluwelen zwemkrab (*Macropipes puber*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

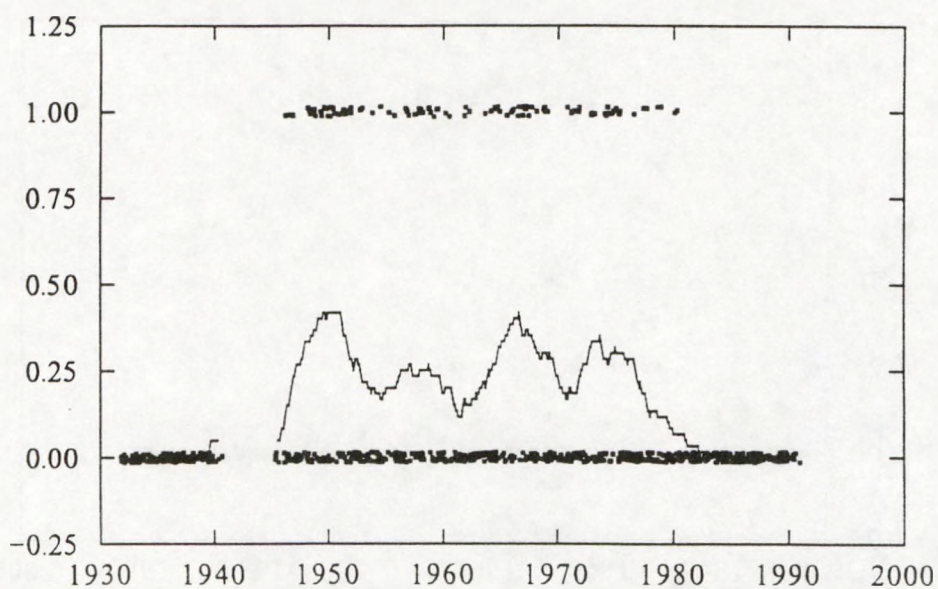


Fig. 26. Veranderingen in de frequentie van melding van de helmkrab (*Corystes cassivelaunus*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

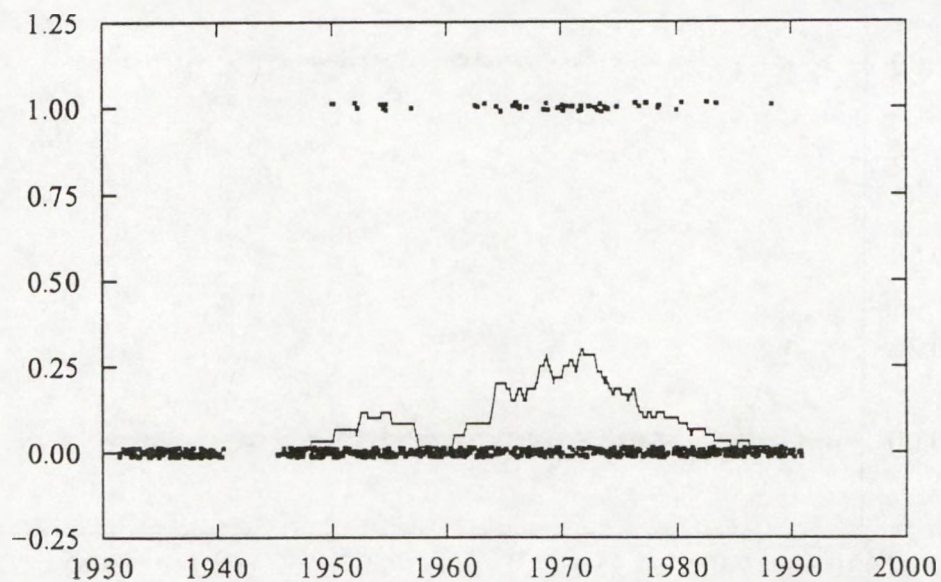


Fig. 27. Veranderingen in de frequentie van melding van de gewone zeeappel (*Psammechinus miliaris*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

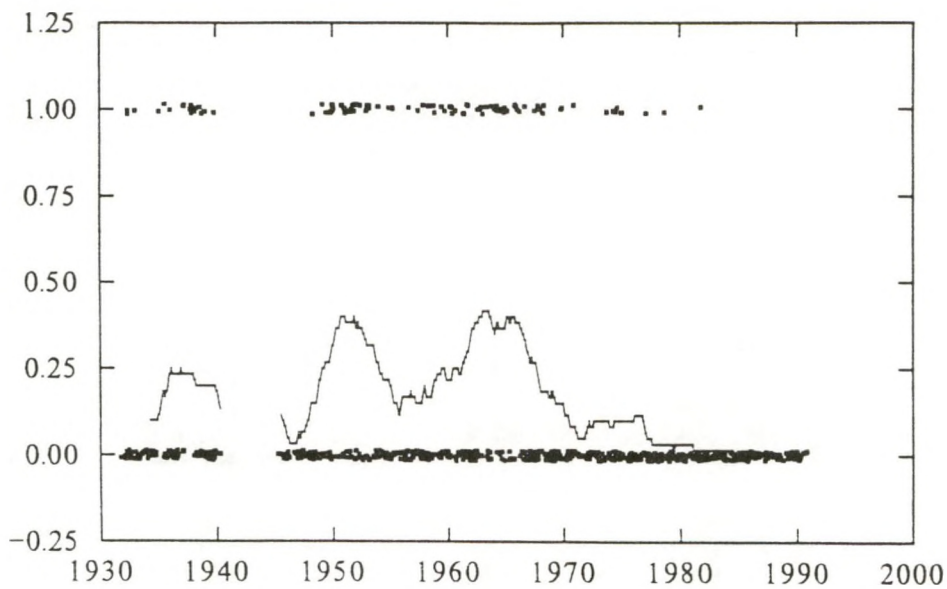


Fig. 28. Veranderingen in de frequentie van melding van de purperen zeeklit (*Spatangus purpureus*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

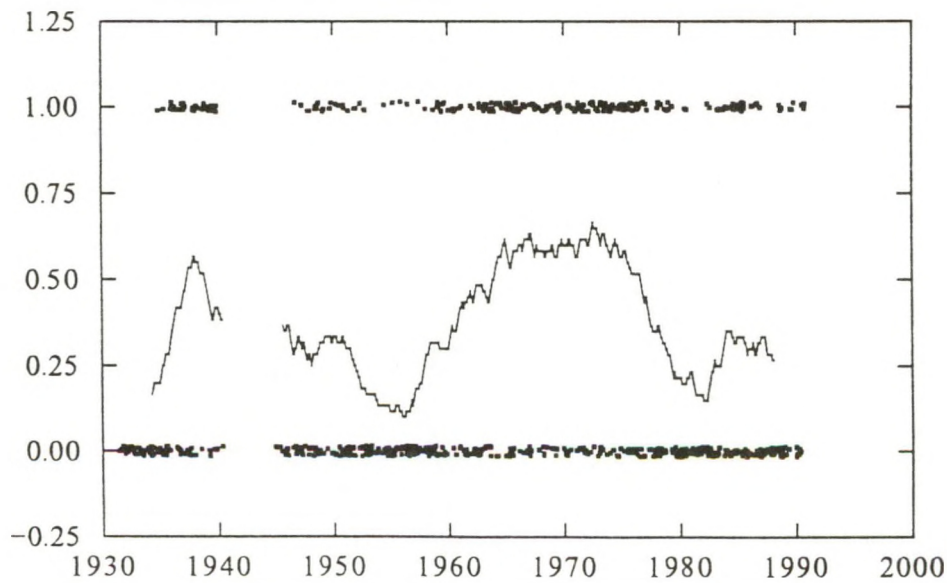


Fig. 29. Veranderingen in de frequentie van melding van de zeedahlia (*Tealia felina*) over de periode 1931-1990. Voor meer informatie zie Methoden.

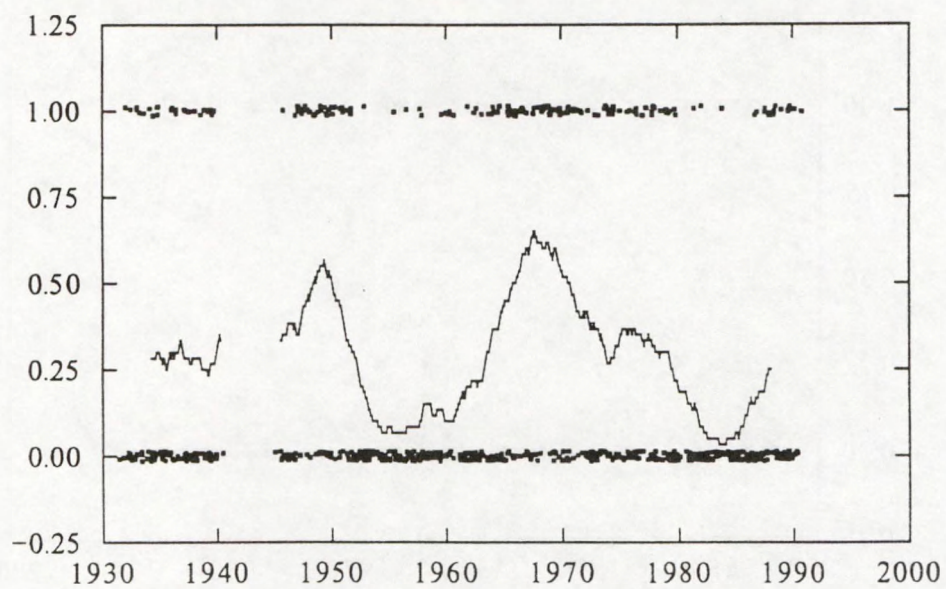


Fig. 30. Veranderingen in de frequentie van melding van de fluwelen zeemuis (*Aphrodite aculeata*) over de periode 1931-1990.
Voor meer informatie zie Methoden.

eerste hoofdas

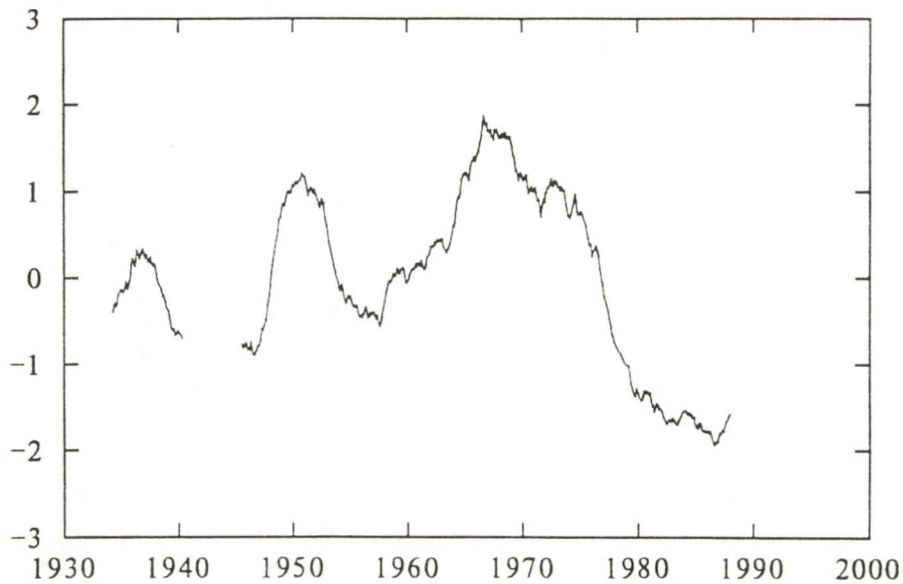


Fig. 31. Principale Componenten Analyse, eerste hoofdas: overeenkomst in het patroon van aantalsverandering tussen alle soorten. Voor meer informatie zie Methoden.

tweede hoofdas

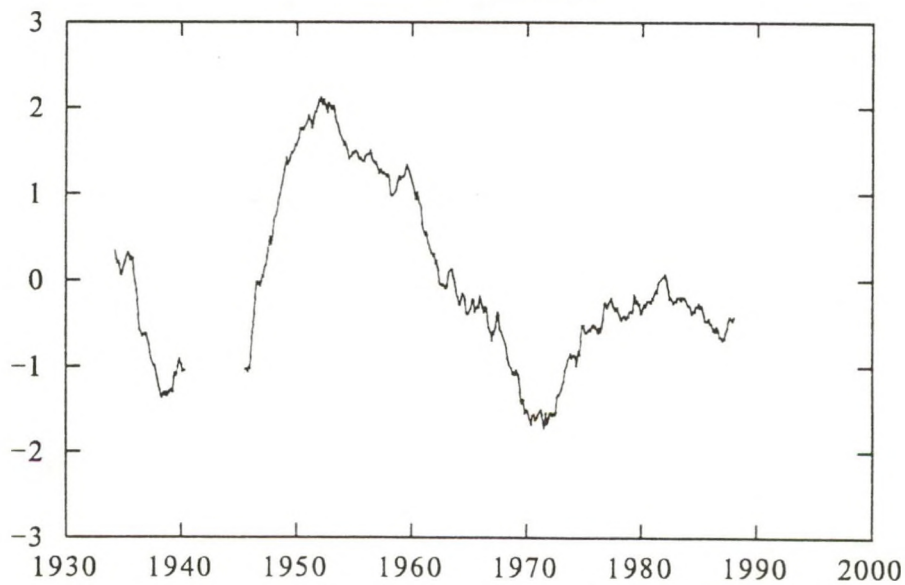


Fig. 32. Principale Componenten Analyse, tweede hoofdas: overeenkomst in het patroon van aantalsverandering tussen alle soorten. Voor meer informatie zie Methoden.

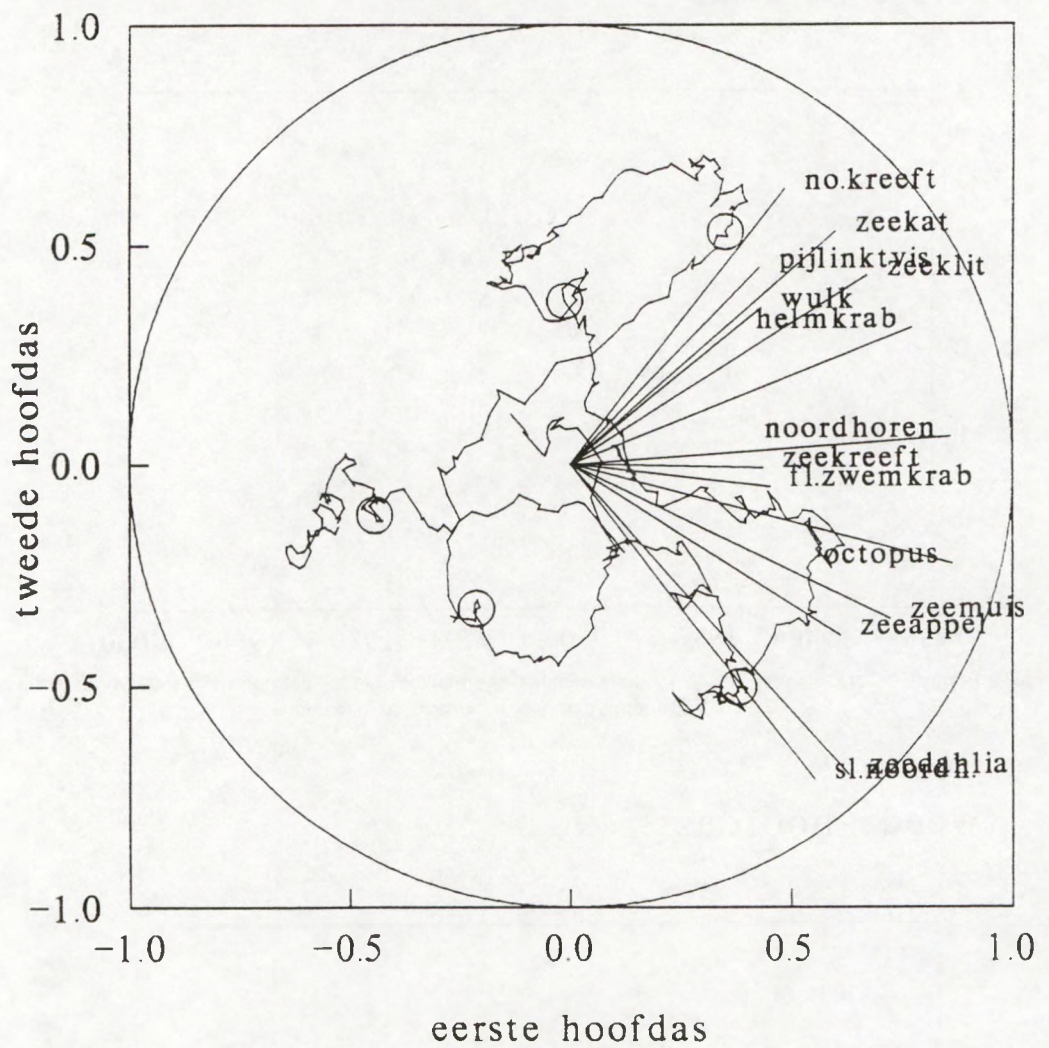


Fig. 33. De resultaten van de Principale Componenten Analyse weergegeven in de vorm van een biplot. Voor meer informatie zie tekst.

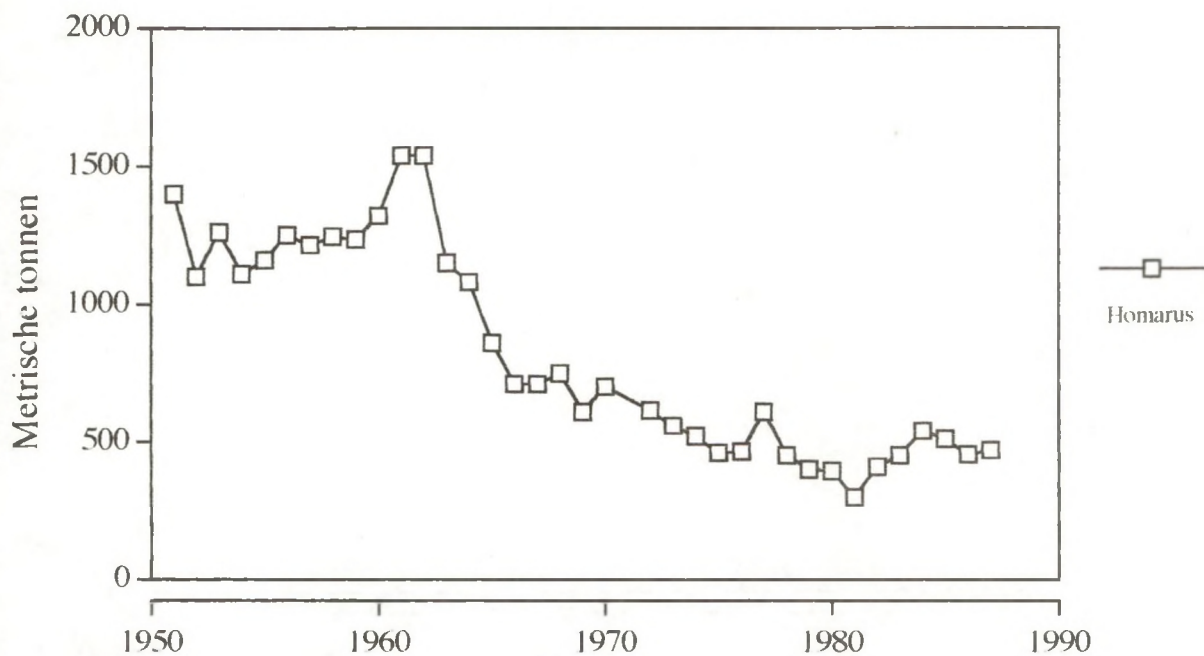


Fig. 34. De aanvoer van de zeekeeft (*Homarus gammarus*) in de aan de Noordzee gelegen landen in metrieke ton per jaar.

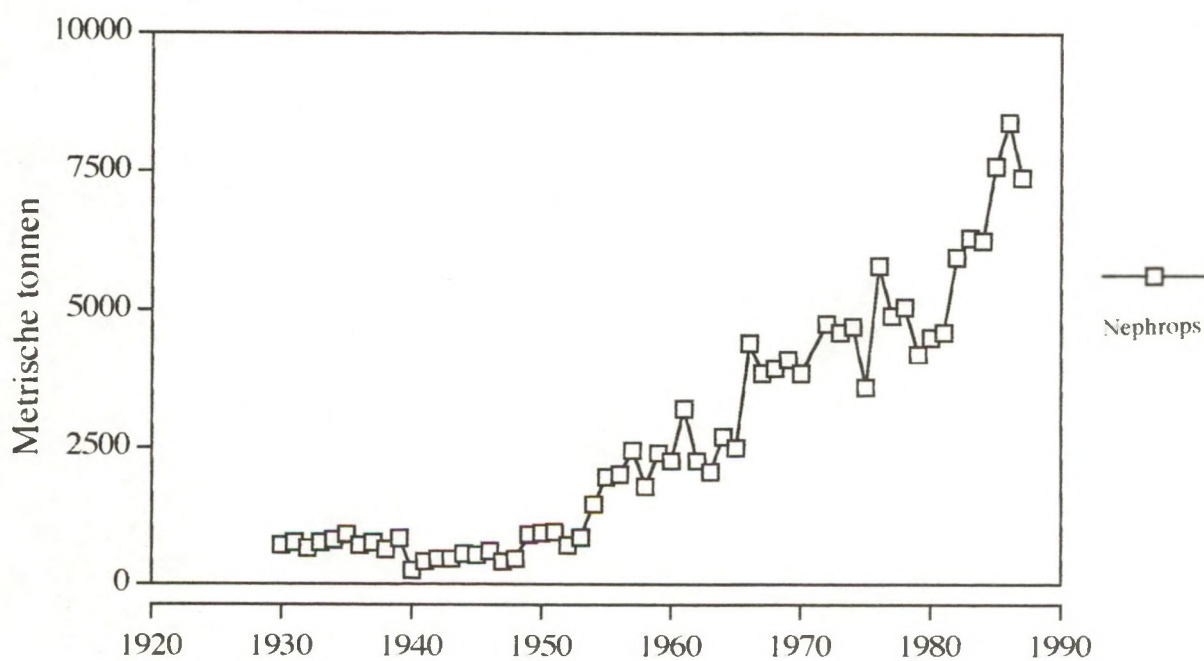


Fig. 35. De aanvoer van de Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) in de aan de Noordzee gelegen landen in metrieke ton per jaar.

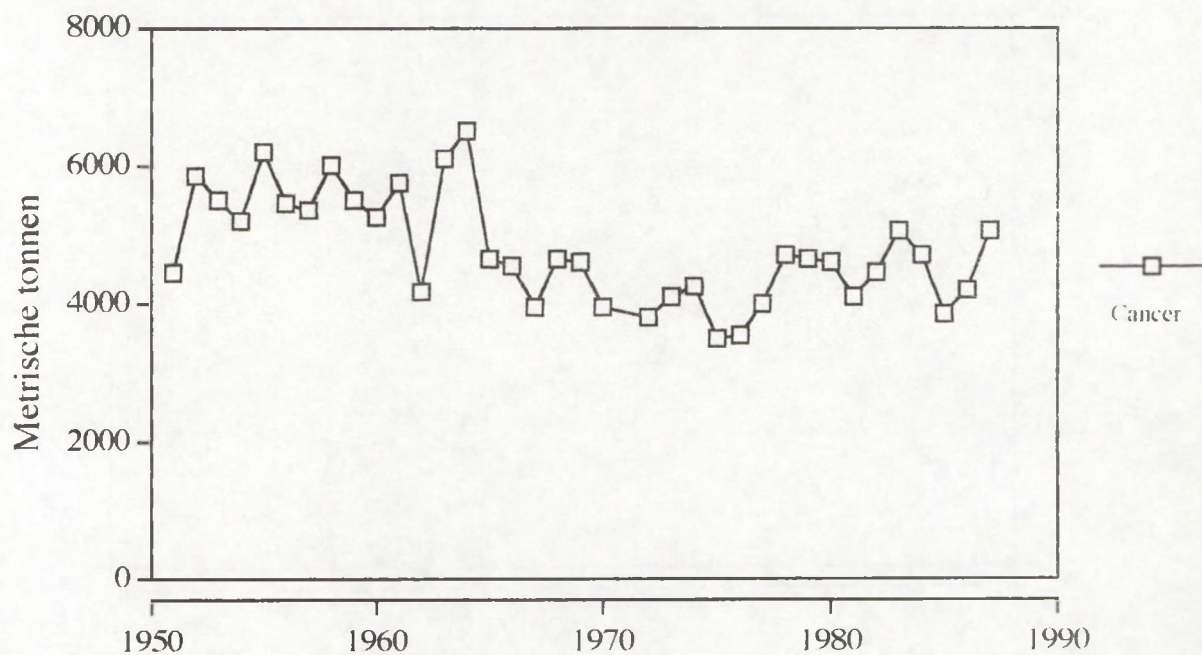


Fig. 36 .De aanvoer van de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) in de aan de Noordzee gelegen landen in metrieke ton per jaar.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
SUMMARY	2
1. INLEIDING	3
2. METHODEN	3
2.1. Het archief	3
2.2. Statistische verwerking	4
3. RESULTATEN	4
3.1. Verspreiding over het vanggebied	4
3.2. Aantalsveranderingen tussen 1931 en 1990	5
3.3. Patronen in aantalsverandering tussen 1931 en 1990	6
3.4. Gegevens uit de visserijstatistiek	7
4. ECOLOGISCHE PROFIELEN	7
5. VERGELIJKING VAN DE VERSPREIDINGSPATRONEN MET DE RESULTATEN VAN DE AURELIA-CRUISES (1972-1980)	18
6. MOGELIJKE OORZAKEN VAN DE WAARGENOMEN VERANDERINGEN	19
6.1. Bruikbaarheid van het NIOZ-archief	19
6.2. Mogelijke oorzaken van de verandering in het voorkomen van de afzonderlijke vertebraten	20
6.3. Overeenkomsten in lange termijn veranderingen	22
7. LITERATUUR	24
TABELLEN EN FIGUREN	28-68

