

Voedseleecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren

Voedseleecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren

- I Onderzoek naar de voedseleecologie van de gewone zeehond**
- II Literatuurstudie naar het dieet van de grijze zeehond**

**Sophie Brasseur¹,
Ingrid Tulp²,
Peter Reijnders¹,
Cor Smit¹,
Elze Dijkman¹,
Jenny Cremer¹,
Michiel Kotterman²
Erik Meesters¹**

¹ ALTERRA

² RIVO

Alterra-rapport 905

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Sophie Brasseur, Ingrid Tulp, Peter Reijnders, Cor Smit, Elze Dijkman, Jenny Cremer, Michiel Kotterman & Erik Meesters, 2004. *Voedseleecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren; I Onderzoek naar de voedseleecologie van de gewone zeehond, II Literatuurstudie naar het dieet van de grijze zeehond*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 905. 116 blz. 46; fig.; 16 tab.; 94 ref.

Over het dieet en het foerageergedrag van zeehonden in de Nederlandse kustwateren is weinig bekend. Dit rapport beschrijft de eerste fase van een project naar voedseleecologie van gewone en grijze zeehonden.

Deel I beschrijft het onderzoek naar de gewone zeehond. Hierbij werden dieren gezenderd en onderzocht of de zeehondenverspreiding mogelijk overlap vertoont met visverspreiding. Hiervoor werden zowel visgegevens binnen dit project verzameld als bestaande data gebruikt. Er werd geen positieve relatie gevonden. In fase 2 zal worden onderzocht waarom. Daarnaast werden methodes om de prooikeuze van de dieren te bepalen getest. Deze zullen tijdens fase 2 worden toegepast. Deel II beschrijft een literatuuronderzoek naar het dieet van grijze zeehonden. Dit omschrijft vooral onderzoek aan de hand van maaginhoud- en faecesanalyse. Hieruit blijkt dat de dieren zowel binnen de Noorzee als elders, zeer gevarieerd foerageren. In het Noordzeegebied (vooral rond de Britse eilanden) blijkt zandspiering een van de meest voorkomende prooien.

Trefwoorden: dieet, faeces, foerageren, Gewone Zeehond, Grijze Zeehond, Halichoerus grypus, Noordzeekustzone, Phoca vitulina, vis, Waddenzee

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 37,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 905. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

Foto's omslag: linksboven en linksonder: Ingrid Tulp (RIVO)

rechtsboven: Henk Hobbelink (NIOZ)

rechtsonder: Sophie Brasseur (Alterra)

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Inleiding	13
I ONDERZOEK NAAR DE VOEDSELECOLOGIE VAN DE GEWONE ZEEHOND	15
I.1. Inleiding	17
I.1.1. Doel van het onderzoek: wat eten ze en waar	17
I.1.2. Opzet van onderzoek	17
I.2. Materiaal en methoden	21
I.2.1. Habitatgebruik, migratie en foerageergedrag van de gewone zeehond	21
I.2.1.1. Satellietzenders	21
I.2.1.2. Techniek van zeehonden zenderen	22
I.2.1.3. Bewerking locatie data	23
I.2.1.4. Gedragswaarnemingen	24
I.2.1.5. Biometrische gegevens en afname van weefsel- en bloedmonsters	25
I.2.1.6. Ruimtelijke verspreiding gezenderde zeehonden en modellering populatie	25
I.2.2. Visverspreiding	27
I.2.2.1. Demersal Fish Survey (DFS)	27
I.2.2.2. Beam Trawl Survey (BTS)	28
I.2.2.3. Locale bemonsteringen	29
I.2.2.4. Verspreiding van pelagische vis in de kustzone	31
I.2.2.5. Verspreiding boomkorvlood	32
I.2.2.6. Verspreiding wrakken	32
I.2.2.7. IBTS survey: seizoensvariatie in verspreiding	33
I.2.3. Correlatie/associatie zeehonden foerageerverspreiding en visverspreiding	33
I.2.3.1. Overlap in zeehonden foerageerlocaties en visverspreiding	33
I.2.3.2. Prooikeuze	34
I.3. Resultaten	37
I.3.1. Gewone zeehond	37
I.3.1.1. Verspreiding in ruimte en tijd	37
I.3.1.2. Duikgedrag	40
I.3.1.3. Geschatte verspreiding van de populatie	44
I.3.2. Visverspreiding in ruimte en tijd	45
I.3.2.1. DFS survey najaar 2002	46
I.3.2.2. BTS survey najaar 2002	50
I.3.2.3. Locale bemonstering	51

I.3.3	Analyse van visverspreiding	53
I.3.3.1	Locale bemonstering	53
I.3.3.2	Vergelijking getijfasen bemonstering	54
I.3.3.3	Verspreiding pelagische vis kustzone	56
I.3.3.4	Verspreiding van wrakken	60
I.3.3.5	IBTS survey: seizoensvariatie in verspreiding	61
1.3.4	Vergelijking 'zeehonden locaties' met overige gebieden	70
1.3.4.1	Koppeling verspreiding foeragerende zeehonden en visverspreiding	70
1.3.4.2	Prooikeuze	74
I.4	Discussie en Conclusies	77
I.4.1	Gezenderde zeehonden verspreiding in ruimte en tijd	77
I.4.1.1	Geschatte verspreiding van de populatie	78
I.4.1.2	Duikfrequentie	78
I.4.2	Visbemonstering: vangen we wat zeehonden vangen?	79
I.4.2.1	Seizoensgerelateerde verspreiding van vis	79
I.4.3	Koppeling verspreiding foeragerende zeehonden en visverspreiding	80
I.4.4	Mogelijkheden vetzuur en isotopen analyses	81
I.4.5	Voortzetting in fase 2: aanbevolen onderzoeksaanpak	82

II EEN VERKENNENDE LITERATUURSTUDIE NAAR HET DIEET VAN GRIJZE ZEEHONDEN *HALICHOERUS GRYPUS* IN KUSTWATEREN ROND DE NOORDZEE

II.1.	Verspreiding en Aantallen	87
II.2.	Grijze zeehond: literatuur survey prooikeuze en foerageergedrag	89
II.2.1.	Analysetechnieken	89
II.2.1.1.	Onderzoek naar maaginhoud	89
II.2.1.2.	Faeces	89
II.3.	Dieet van de grijze zeehond	91
II.3.1.	Canada	91
II.3.2.	Andere landen buiten de zuidelijke Noordzee	94
II.3.3.	Schotland	95
II.3.3.1.	Atlantisch Schotland	96
II.3.3.2.	Oostkust Schotland	98
II.3.4.	Oostkust Engeland	100
II.3.5.	Andere studies	102
II.4	Conclusie en discussie	103

Literatuur	107
------------	-----

Bijlagen

1.	Wetenschappelijke, Nederlandse en Engelse namen van kwantitatief belangrijke soorten vissen die zijn aangetroffen in het dieet van grijze zeehonden	115
----	---	-----

Woord vooraf

Voor de hulp bij het vangen van de zeehonden willen we de bemanning van het m.s. Phoca, Jan van Dijk, Dirk Kuiper en Bram Feij, en verder Piet Wim van Leeuwen Aad Sleutel, Gerda Kuiper, Jeroen Creuwels, Gert de Jong, Kees Oosterbeek en Anne Rutten bedanken. Voor de steun bij het nemen van de biopten aan Loek van Vliet en de vele adviserende zeehondenwetenschappers voor hun handige tips. Edwin Keizer wordt bedankt voor het maken van biopsiebuisjes voor bloed- en vetmonsters.

Bij het verzamelen van de visgegevens op de zeehondenlocaties hebben Gerrit Rink, Jan van Willigen en Marcel de Vries geholpen. Afke Stein heeft de vetzuuranalyses uitgevoerd. Floor Quirijns, Adriaan Rijnsdorp, Bram Couperus, Sytze Ybema en Bastiaan Star stelden data over de verspreiding van kotters, pelagische vis en de IBTS survey beschikbaar.

Samenvatting

Kennis over de ligging en de omvang van de foerageergebieden van zeehonden is o.a. van belang voor de implementatie van de EU-Habitatrichtlijn. Tot op heden is in Nederland zeer weinig onderzoek uitgevoerd naar het dieet van zowel gewone als grijze zeehonden. In de huidige situatie geldt voor de Nederlandse kustwateren dat de visserij duurzaam moet zijn en dat de zeehonden beschermd zijn in de diverse wetgevingen die er op dat terrein zijn. Kortom het visserijbeheer en het natuurbeheer moeten op elkaar zijn afgestemd. In het licht van de exponentiële groei van de zeehondenpopulaties, zowel de grijze als de gewone zeehonden, kan in de nabije toekomst een spanningsveld ontstaan tussen visserijbeleid en het natuurbeleid omtrent de zeehonden. Ook kan competitie om voedsel tussen zeehonden en andere toppredatoren optreden. Om het daarvoor vereiste beleid te kunnen formuleren is het nodig om te weten wat de invloed is van de visserij op de zeehonden en omgekeerd.

Dit project beantwoordt aan het besluit dat op trilateraal niveau werd genomen (CWSS, 2002) om onderzoek te starten naar de voedsleecologie van zeehonden.

Omdat er nagenoeg geen kennis is van dieet of foerageergedrag van de zeehonden populaties in de Waddenzee, kan dit project als een eerste inventarisatie en als een pilot-project worden gezien waarin de verschillende mogelijkheden worden onderzocht om inzicht te krijgen in de voedsleecologie van de dieren. Het project is in twee fases opgebouwd. Dit rapport beschrijft de resultaten van fase 1. Het omvat voor de gewone zeehonden (Deel I van het rapport) de volgende vragen:

- waar foerageren zeehonden
- welke vissoorten worden daar vooral aangetroffen
- hoe groot is de overlap in ruimte en tijd tussen de verspreiding van zeehonden en vis.

Voor de grijze zeehonden (Deel II) is een overzicht van de beschikbare data in de literatuur gegeven.

Deel I

Met als doel de verspreiding en het gedrag van de gewone zeehonden te volgen werden in totaal 11 zeehonden gezenderd. Vier in het najaar van 2002 en zeven in het voorjaar van 2003. De eerste vier zenders functioneerden jammer genoeg dermate slecht dat hiervan geen resultaten konden worden geanalyseerd. Derhalve zijn de resultaten gebaseerd op de zeven anderen. Ondanks het feit dat de dieren in één vangst zaten, d.w.z. tegelijk op één plek werden gevangen, blijkt dat elke zeehond individueel opereert. Zoals verwacht besteedden de zeehonden een groot deel van hun tijd in het water, waarbij de dieren tochten op de Noordzee ondernamen van soms meer dan 200 km. Gemiddeld waren de tochten echter niet verder dan 100 km van de ligplaatsen weg.

Er werd op basis van deze afstanden tot de ligplaats een model gemaakt waarbij voor het hele gebied, de kans bepaald werd dat een zeehond uit de Nederlandse Waddenzee aangetroffen zou worden. De duur van de individuele duiken en de duikfrequentie per periode van 6 uur werden gebruikt om het gedrag te analyseren en clusters van gelijksoortige gedrag te definiëren. Door dit te koppelen aan de locatie gegevens is een eerste schatting gemaakt van mogelijke foerageerlocaties.

Op de plekken waar de gezenderde zeehonden zich ophielden is in het najaar en het voorjaar een visbemonstering uitgevoerd. Het gebruikte tuig is met name geschikt voor demersale en minder voor pelagische soorten. De belangrijkste gevangen soorten waren schaar, schol, wijting en bot. In de Waddenzee werden aanzienlijk lagere dichtheden gevangen dan in de Noordzee. In het voorjaar waren de dichtheden overal lager dan in het najaar, maar was het verschil tussen beide gebieden nog groter.

Naast de bemonstering op zeehondenlocaties zijn ook gegevens uit de standaardsurveys (DFS en BTS), uitgevoerd in najaar 2002, gebruikt voor een beschrijving van de visfauna. Hieruit blijkt dat voor platvis geen duidelijke regionale verschillen te zien zijn, rondvissoorten weinig gevangen worden in de Waddenzee maar meer op de Noordzee, en zandspieringachtigen zich vooral in de zeegaten ophouden. Omdat deze surveys niet geschikt zijn voor pelagische soorten, zijn voor deze soorten de resultaten uit een akoestische survey gebruikt (uitgevoerd t.b.v. een ander onderzoek). Hieruit bleek kleine pelagische vis vooral langs de kust voor te komen, terwijl grotere pelagische soorten meer egaal over het hele gebied verspreid waren. Van zandspiering zijn in het hele kustgebied grote aantallen aangetroffen. Aangezien alle surveys slechts een tijdsopname zijn, is geprobeerd het seizoenspatroon te beschrijven aan de hand van een dataset verzameld tussen 1991-1996 toen er in de hele Noordzee in elk kwartaal volgens een grof grid bemonsterd is. Hieruit blijkt dat vrijwel alle onderzochte soorten (kabeljauw, haring, makreel, sprout, wijting) in het derde en vierde kwartaal het meest algemeen waren in de gebieden die door de zeehonden bezocht zijn, maar met name in het eerste kwartaal daar een aantal soorten (kabeljauw, makreel, sprout) niet of in zeer lage dichtheden voorkwamen.

Er is geen positieve relatie gevonden tussen de gevonden visdichtheden, bij verschillende surveys (DFS, BTS, dit onderzoek) en het gebruik van het gebied door de zeehonden. Geen van de afzonderlijke soorten die in grote hoeveelheden zijn gevangen lijken de verspreiding van de foeragerende zeehonden te verklaren. Er werd geconcludeerd dat óf deze in de huidige situatie niet bestaat (vis is niet beperkend) óf omdat de methode van bemonstering niet geschikt is, zowel voor de zeehonden als voor de vis.

In deze fase van het onderzoek is een begin gemaakt met de analyse van vetzuren uit vetmonsters van gewone zeehonden. Aan de hand van monsters van enkele (als gevolg van de epidemie) gestorven dieren is de methode ontwikkeld en lijken de eerste resultaten mogelijkheden te bieden om variatie in diëten tussen individuen aan te geven.

In het licht van deze bevindingen worden de volgende voorstellen gedaan voor fase 2 van het onderzoek:

- Voortzetting van het satelliet telemetrie onderzoek
- Het meten van concreet eetgedrag van zeehonden
- Voortzetting van het onderzoek naar wat zeehonden eten door combinatie van technieken. Faecesanalyses leveren informatie op over lokaal dieet en maken identificatie van prooi-soorten mogelijk; vetzuuranalyses en isotopenanalyses leveren informatie over een langere periode
- Opvullen van leemtes in kennis omtrent visverspreiding in ruimte en tijd
- Het correleren van visgegevens aan data over habitatkarakteristieken om het voorkomen van vissoorten te verklaren/c.q. te voorspellen.

Deel II

De verkennende literatuurstudie heeft een tweeledige doel, ten eerste geeft het inzicht in de dieet van de grijze zeehond in het algemeen en ten tweede fungeert het als eerste stap om na te gaan of het mogelijk is dieetstudies aan grijze zeehonden uit te voeren en welke methode daarvoor het meest geschikt is.

Uit het verrichte literatuuronderzoek is gebleken dat zandspiering op veel plekken (Engeland, Ierland, Noorwegen, Canada) qua aantallen zeer belangrijke prooi is en dat dit, tenminste in sommige maanden, ook op gewichtsbasis zo is. Vergelijking van de resultaten van onderzoeken aan de hand van faeces en de daarin aangetroffen otolieten, met andere typen van onderzoek, heeft bevestigd dat de belangrijkste foerageergebieden van grijze zeehonden aan de Engelse oostkust overeenkomen met de gebieden waar veel zandspieringen voorkomen.

In alle gevallen is gebleken dat de menukeuze van grijze zeehonden zeer divers is, verschillend per gebied en verschillend naar gelang het seizoen.

Een belangrijke aanvullende conclusie is dat de dieetkeuze van grijze zeehonden bepaald lijkt te worden door het relatieve voorkomen van vissoorten. Over het algemeen worden talrijke en wijd verbreide soorten ook het meest in het dieet van de zeehonden aangetroffen.

Op basis hiervan postuleren wij dat grijze zeehonden in de Waddenzee waarschijnlijk regelmatig de Noordzee opgaan om er te foerageren en daar een dieet zullen vinden dat, zeker 's zomers, voor een groot deel uit zandspiering zal bestaan. Daarnaast zal de samenstelling voor een belangrijk deel worden bepaald door de samenstelling van de visfauna in, met name, de kustgebieden.

Aanbevolen wordt om van verschillende locaties waar zich haul-outs van grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee bevinden faecesmonsters te verzamelen, bij voorkeur op verschillende momenten in de loop van het jaar en, gelet op de specialismen die sommige zeehonden ontwikkelen, ook in voldoende mate.

Inleiding

Achtergrond

De relatie tussen zeehonden en visserij wordt van oudsher gekenmerkt door een zekere spanning. Zeehonden zijn door de eeuwen heen overal ter wereld bejaagd vanwege de opbrengst aan voedsel, traan en de huid voor kleding en leer, maar zeker niet in het minst, vanwege het feit dat ze vis eten (Reijnders et al., 1993). De opvattingen dat zeehonden schadelijk zijn voor de visserij is wijdverspreid en wordt vooral gevoed door waarnemingen van zeehonden die vis uit netten of fuiken halen en daarbij ook vistuig beschadigen. Omgekeerd ondervinden zeehonden ook schadelijke effecten van de visserij zoals verdrinking in vistuig. De meest beschreven oorzaken over conflicten tussen zeehonden en visserij kunnen grofweg in zes categorieën worden ingedeeld:

- zeehonden halen vis uit netten en fuiken en beschadigen daarbij het vistuig, waardoor bovendien vis kan ontsnappen
- zeehonden kunnen door hun aanwezigheid rond vistuig, vis afschrikken maar ook vis in de netten beschadigen
- zeehonden eten vis en kunnen daardoor de beschikbare hoeveelheid vis voor de visserij verminderen
- zeehonden kunnen een belangrijke tussengastheer zijn voor parasieten (w.o. de kabeljauwworm en haringworm), waarvan de larven in de vis terechtkomen en daardoor de waarde wordt verminderd
- zeehonden kunnen verdrinken in vistuig
- een sterke visserijdruk c.q. overbevissing, kan leiden tot een lager prooiaanbod voor zeehonden.

In de huidige situatie geldt voor de Nederlandse kustwateren dat de visserij duurzaam moet zijn en dat de zeehonden beschermd zijn in de diverse wetgevingen die er op dat terrein zijn. Kortom het visserijbeheer en het natuurbeheer moeten op elkaar zijn afgestemd. Om het daarvoor vereiste beleid te kunnen formuleren is het nodig om te weten wat de invloed is van de visserij op de zeehonden en omgekeerd. De behoefte aan een antwoord op die vragen wordt urgenter wanneer er aanleiding is te veronderstellen dat de invloed van één van beiden toeneemt, b.v. door toename van het verdrinkingsrisico of groei van zeehondenpopulaties. Minder directe factoren die ook een rol kunnen spelen zijn o.a. een lagere opbrengst in de visserij of slechtere milieumomstandigheden (anders dan voedselaanbod) voor zeehonden.

De populaties van zowel gewone als grijze zeehond zijn in de Waddenzee sinds het midden van de jaren zeventig van de vorige eeuw gestaag gegroeid (Reijnders, 1992). Na de voorlaatste epidemie in 1988 zelfs met een jaarlijks gemiddelde groei die tegen het berekende biologisch maximum haalbare van deze soort aanlag (Reijnders & Brasseur, 2003a). Naar schatting leefden er in de Nederlandse Waddenzee in 2002, vlak voor de laatste epidemie in 2002, circa 6500 zeehonden en in de internationale Waddenzee 31.000 stuks (Reijnders et al., 2003a). De grijze zeehondenpopulatie neemt de laatste decennia ook toe, maar is veel geringer van omvang. In 2003 zijn in

de Nederlandse Waddenzee 1050 dieren geteld (Reijnders & Brasseur, 2003b), in de rest van de Waddenzee leven circa 80 dieren rond Amrum en een tiental op Helgoland (Abt et al., 2002).

Met de groei van beide populaties rijst de vraag of deze mogelijk invloed kan hebben op de visserij in het gebied, of dat er mogelijk gebrek aan voedsel voor zeehonden en andere toppredatoren zou kunnen ontstaan als gevolg van de visserij. Om die reden is op trilateraal niveau besloten (CWSS, 2002) om onderzoek te starten naar de voedsleecologie van zeehonden. Op nationaal niveau is dit in Nederland in het LNV-bestekkenprogramma 5^b: 'Kennis Ecosystemen Waddenzee, Noordzee, Delta en grote binnenwateren' 2002-2003, opgenomen.

De oorspronkelijke beheersvraag luidde:

Wat en hoeveel eten zeehonden en bestaat er mogelijk een conflict met andere gebruikers, met name vogels en vissers en wat is de plaats van de zeehond in het voedselweb?

Aangezien eventuele beheersconflicten eerder verwacht worden bij gewone zeehonden, vanwege de nu al veel grotere aantallen, en naar verwachting weer snel toenemende populatie, is het onderzoek vooral gericht op de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond is in eerste instantie volstaan met een literatuurstudie naar hun dieet. Dit rapport bestaat daarom uit twee delen:

- I Onderzoek naar de voedsleecologie van de gewone zeehond
- II Literatuurstudie naar het dieet van de grijze zeehond.

I. ONDERZOEK NAAR DE VOEDSELECOLOGIE VAN DE GEWONE ZEEHOND

I.1. Inleiding

I.1.1. Doel van het onderzoek: wat eten ze en waar

Het doel van dit onderzoek is om na te gaan wat zeehonden eten en waar ze dat voedsel bemachtigen. Uit deze algemene doelstelling zijn vraagstellingen afgeleid die in twee fases zullen worden bewerkt.

Fase 1: a) waar foerageren zeehonden, b) welke vissoorten worden daar vooral aangetroffen, en c) hoe groot is de overlap in ruimte en tijd tussen de verspreiding van zeehonden en vis,

Fase 2: a) zijn er lacunes in benodigde kennis gesignaleerd in fase 1 en hoe kunnen die worden opgevuld, b) waaruit bestaat het dieet van zeehonden en zijn vetzuursamenstelling en isotopenratio's in zeehondenweefsel en hun prooidieren geschikte indicatoren voor het dieet c) hoe is het habitatgebruik in ruimte en tijd van zeehonden te modelleren zodat daarmee de overlap met andere gebruikers kan worden aangegeven.

Hoewel het niet de primaire doelstelling is van dit onderzoek, worden de uitkomsten hiervan geacht in belangrijke mate bij te dragen tot a) een model waarmee het voedselweb van de kustwateren kwantitatief kan worden ingevuld en specifiek de positie van de zeehond daarin kan worden bepaald, en b) het beantwoorden van de vraag naar de draagkracht van de Nederlandse kustwateren voor toppredatoren.

I.1.2. Opzet van het onderzoek

1e fase: Focus op het habitatgebruik (verspreiding en gedrag) van zeehonden en het voorkomen van prooi-soorten

Het laatste grootschalige dieetonderzoek in de Nederlandse wateren vond plaats tussen 1930-1932 (Havinga, 1933). Hierbij werden een groot aantal dieren uit verschillende gebieden geschoten en werd hun maaginhoud onderzocht. Sinds 1933 hebben er echter grote veranderingen plaatsgevonden: de Zuiderzee en de Lauwerszee zijn gesloten, de Deltawerken hebben voor zeer grote veranderingen in het Deltagebied gezorgd en is mede door visserij en veranderde milieufactoren het prooiaanbod voor zeehonden veranderd. Bovendien werd bij dit onderzoek weliswaar onderscheid gemaakt tussen verschillende gebieden waar de zeehonden 'geoogst' werden, maar is er geen indicatie over waar de dieren hun prooi vingen. In Havinga's studie werd aangenomen dat de dieren zeer lokaal visten.

Nieuwe gegevens, met name uit (satelliet)telemetrisch onderzoek wijst uit dat de dieren ver van hun ligplaatsen (haul-outs) kunnen foerageren (o.a. Brasseur & Reijnders, 2001). Wanneer men mogelijke concurrentie, of in ieder geval overlap met andere gebruikers (waartoe de vissers behoren) wil onderzoeken moet naast de vragen "welke soorten vangen zeehonden?" en "hoeveel vis van welke groottes?" ook de vraag "waar foerageren ze?" gesteld worden. In de eerste fase van dit project hebben we ons op deze laatste vraag geconcentreerd.

Direct onderzoek naar de voedselopname van zeehonden is met de beschikbare technieken uitgesloten. De dieren besteden soms meer dan 90% van hun tijd onder water waarvan een aanzienlijk deel op grote diepte (dit onderzoek). Hun individualistisch gedrag en soms verre foerageertochten verkleinen verder de kans op voldoende directe waarnemingen om een algemeen geldend beeld te krijgen.

Wereldwijd is veel onderzoek gedaan naar het dieet van zeehonden op basis van indirecte waarnemingen zoals faecesonderzoek (o.a. Härkönen, 1988; Hammond et al., 1994a,b). Ook de analyse van isotopen (o.a. Hobson, 1999) en de ontwikkelingen omtrent de vetzuuranalyse (o.a. Iverson, 1993, Iverson et al., 1998) behoren hiertoe. Een combinatie van deze technieken zal in de nabije toekomst (fase 2) ook voor 'onze' zeehonden een indicatie kunnen geven over hun dieetsamenstelling. In deze eerste fase concentreren we ons op de ruimtelijke en temporele overlap tussen zeehonden en vissen. Zo verwachten we een eerste beeld te creëren van de mogelijke prooi-soorten. Dit laatste is noodzakelijk om de resultaten van verschillende dieetonderzoekstechnieken te interpreteren.

2e fase: Verkennende analyses naar vetzuurprofielen en isotopen

In de eerste plaats zal in meer detail uitgezocht worden waar zeehonden foerageren en welke soorten ze eten. Om die laatste vraag te kunnen beantwoorden zullen in elk geval twee methodes worden toegepast: analyse van vetzuurprofielen in zeehonden weefsel en stabiele isotopen.

Wanneer de vetzuursamenstelling van de prooi-soorten bekend is, kan in theorie uit de vetzuursamenstelling van de speeklaag de prooi-soortsamenstelling vastgesteld worden. Daardoor geeft de vetzuursamenstelling van de speeklaag een afspiegeling van de belangrijkste prooi-soorten (Iverson et al., 1997, Pomeroy et al., 2000). Een andere methode om via de samenstelling van weefsels iets over het dieet te weten te komen is de analyse van stabiele isotopen van koolstof en stikstof (Hobson, 1999). De ratio's waarin deze isotopen in weefsels van organismen voorkomen zijn een afspiegeling van het trofische niveau. De isotopenratio in de weefsels weerspiegelt het dieet over de periode waarin de weefsels werden opgebouwd.

In de eerste fase van het onderzoek is een begin gemaakt met de ontwikkeling van de methode om vetzuren te analyseren. Aan de hand van monsters van dode zeehonden (gestorven tijdens de epidemie in 2002) is vervolgens de methode van de vetzuuranalyses ontwikkeld en getest. In de tweede fase zullen beide methodes verder toegepast worden voor het dieetonderzoek aan zeehonden en zullen ook de monsters die verzameld zijn tijdens de vangsessies geanalyseerd worden.

In combinatie met de vetzuursamenstelling en isotopenratio's van mogelijke prooi-soorten kan dan afgeleid worden op welk niveau in de voedselketen zeehonden hun voedsel zoeken. Deze analyses zullen gepaard gaan met validatiestudies aan zeehonden in gevangenschap, waarbij van dieren met een bekend dieet de vetzuursamenstelling en isotopenratio's in de speeklaag en de prooi-soort bepaald worden. Wanneer van de prooi en van zeehonden die gedurende een langere

periode met een zelfde prooi-soort gevoerd zijn vetzuurmonsters geanalyseerd worden, kan zodoende voor de verschillende vetzuren worden bepaald in hoeverre deze door de zeehonden worden omgezet, en hoe snel dit gebeurt. Deze gegevens kunnen gebruikt worden als referentie voor de in 'wilde' zeehonden gevonden vetzuurprofielen. Naast deze experimentele aanpak, kunnen dieren die in gevangenschap geleefd hebben en daar gestorven zijn en die met één prooi-soort gevoerd zijn, eveneens gebruikt worden als referentie (Tollit et al., 2003).

I.2. Materiaal en methoden

I.2.1. Habitatgebruik, migratie en foerageergedrag van de gewone zeehond

I.2.1.1. Satellietzenders

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van satellietzenders om de gewone zeehonden te volgen. In Nederland besteden gewone zeehonden gemiddeld 60-85% van hun tijd in het water (zie dit rapport en o.a. Brasseur & Reijnders, 2001). Omdat de dieren meestal gebruik maken van de getijdeplaten om aan de kant te komen, kan het toch zijn dat een groot gedeelte van de dieren tijdens laagwater gezien wordt. Dit geldt met name tijdens het voortplantingsseizoen en de verharingsperiode wanneer naar schatting circa 70 % van de totale populatie op de platen wordt geteld. Hierdoor zijn de aantallen dieren en veranderingen hierin goed te registreren en Alterra heeft deze data meer dan 25 jaar kunnen verzamelen (Reijnders et al., 2003b).

De concentratie aan dieren gedurende deze laagwaterperiodes geven een incompleet beeld van het habitatgebruik van de dieren. Hiervoor moet men kunnen registreren wat de dieren in het water doen en vooral waar ze zich bevinden. Zo werden in het verleden de afstanden onderschat die de dieren overbruggen om naar foerageergebieden te trekken. Satellietzenders die op de dieren geplakt zijn, maken het mogelijk om de dieren te volgen, ongeacht hun locatie. Bovendien kunnen omgevingsdata verzameld worden en via de satelliet worden doorgestuurd. Daardoor wordt inzicht verkregen in het gedrag van de dieren (zie 2.1.2).

I.2.1.2. Techniek van zeehonden zenderen



Figuur 1. De zender wordt in de haren geplakt, net achter het hoofd, met de antenne naar voren gericht voor maximale ontvangst (foto: Henk Zandstra, Provincie Zeeland).



Figuur 2. Wegen van een zeehond uit de Oosterschelde voordat deze vrijgelaten wordt (foto: Henk Zandstra, Provincie Zeeland).

Voor dit onderzoek zijn in het doelgebied twee maal zeehonden gezenderd: vier zeehonden in november 2002 en zeven in februari 2003. Voor het eerst sinds 1997 toen het onderzoek met satellietzenders en zeehonden begon, functioneerden de zenders niet. De zenders van de eerste vier zeehonden hadden een te zwak signaal en werden niet of slecht door de satelliet ontvangen. Van twee van deze zenders is geen informatie ontvangen, van de andere twee zijn slechts een aantal locaties ontvangen

(allen met een zeer lage kwaliteit, zie hieronder). In de rapportage worden de gegevens van deze vier zeehonden daarom buiten beschouwing gelaten.

In Tabel 1 worden de specificaties over de zeehonden gegeven. De leeftijdscategorieën zijn bepaald aan de hand van referentie-curves van gewone zeehonden uit de Waddenzee (Reijnders, ongepubliceerde data). De zender wordt op de haren geplakt (figuur 1) en de dieren verliezen de zender tijdens de jaarlijkse verharig die in juni, juli en augustus plaatsvindt.

Tabel 1. Specificaties van de 11 gezenderde zeehonden in het Eierlandse Gat (M = man, V = vrouw).

Diernr.	Gesl.	Leeft. Klasse	Stand. Lengte	Tot. Lengte	Gewicht	Zender datum	Datum einde	Aantal dagen	Aantal loc's
37*	M	3	150	173	87	01-Nov-02	06-Apr-03	156	29
38*	V	3	135	157	61	01-Nov-02	01-Nov-02		-
39*	M	3	150	173	80	01-Nov-02	01-Dec-02		-
40*	V	2	128	145	48	01-Nov-02	30-Apr-03	180	31
41	M	2	128	147	53	27-Feb-03	13-May-03	75	322
42	M	1	108	124	27	27-Feb-03	18-Jun-03	111	440
43	V	1	105	121	28	27-Feb-03	18-Jun-03	111	259
44	M	0	97	112	30	27-Feb-03	29-Jun-03	122	253
45	V	1	106	121	27	27-Feb-03	21-May-03	83	332
46	M	0	93	109	25	27-Feb-03	23-Jun-03	116	763
47	V	0	96	110	25	27-Feb-03	13-Jun-03	106	438

* de eerste 4 zenders functioneerden niet goed

Om met behulp van een satelliet de zender te lokaliseren, dient die satelliet zich in de ruimte boven Nederland te bevinden en moet de zender boven water te zijn. Dit is gemiddeld vier tot vijf keer per dag het geval. De data worden door CLS-ARGOS (1989) verzameld. Het systeem behelst een vijftal satellieten die in een baan om de aarde over de polen cirkelen, en waarvan er tenminste twee in bedrijf zijn.

De positie van elke zender, en dus elk individueel dier, wordt door de satelliet met behulp van het Doppler-effect bepaald. De zender stuurt elke 45 seconden een signaal uit, alleen als de zeehond boven water is. De satelliet moet minimaal twee signalen van de zender hebben ontvangen ter bepaling van een positie. Hoe meer ontvangsten, hoe hoger de nauwkeurigheid van de door de satelliet berekende locatie. Wanneer het dier op de kant ligt en de zender dus continu zendt, zijn er vanzelfsprekend meer locaties van hoge kwaliteit. Om batterijen te sparen gaat de zender na ongeveer 8 minuten droog te zijn geweest, over op een frequentie van éénmaal per 90 seconden.

I.2.1.3. Bewerking locatie data

De plaatsbepalingen worden ingedeeld in één van de zeven kwaliteitscategorieën (ARGOS, 1989). De vier hoogste categorieën hebben een afnemende nauwkeurigheid van 300-1000m, voor de laagste drie kan geen nauwkeurigheid worden aangegeven. Wereldwijd is men bezig om via mathematische weg ook voor deze punten een nauwkeurigheid te bepalen (Fancy et al., 1988; Fedak & McConnell, 1993; Fedak et al., 1984; Goulet et al., 1999; Keating et al., 1991; Keating, 1994;

McConnell et al., 1992, 1999; McConnell & Fedak, 1996; Schultz & White, 1990). Om te corrigeren voor de onnauwkeurigheid van de locatiemeting is gebruik gemaakt van de methode ontwikkeld door Thompson et al. (2003). De berekening die wordt uitgevoerd is een zogenaamde 'smoothing'. Elke locatie wordt min of meer gecorrigeerd afhankelijk van de kwaliteit en de locatie van voorgaande en volgende punten. Naarmate twee punten korter na elkaar zijn geregistreerd zullen ze meer bepalend zijn voor de correctie dan wanneer er meer tijd tussen zit. Hoewel er nog steeds theoretische onnauwkeurigheden zijn, is dit de tot dusverre meest optimale correctiemethode.

De frequentie waarmee de gegevens over de locaties worden verzameld is hoger als het dier op de kant ligt, en zo worden deze ligplaatsen ten onrechte in belang overschat. Om dit te voorkomen zijn de locaties geïnterpoleerd naar waarnemingen om de twee uur. Zo kunnen dichtheden van waarnemingen direct worden vertaald naar verblijfsduur en individuen worden vergeleken. Bij deze interpolaties wordt aangenomen dat de dieren zich met een continue snelheid tussen twee waargenomen punten bewegen.

I.2.1.4. Gedragswaarnemingen

Naast het aangeven van de locatie van de dieren, registreren de zenders in zekere mate ook het gedrag van de dieren. De zender registreert of deze droog of nat is, en 'meet' de omgevingsdruk. Zo verzamelt de zender continu, elke 10 sec, informatie over de diepte, de tijd en of de sensoren droog of nat zijn. Dit wordt omgezet in informatie over de totale duur van elke duik, de maximale diepte van elke duik, de verdeling van de diepte waarop het dier zich bevond over de tijd en wanneer het dier op de kant lag (haul-out) of in het water. Per periode van zes uur wordt de duikinformatie samengevat in een histogram. Die periodes zijn als volgt opgedeeld: 21:00 uur - 03:00 uur, 03:00 uur - 09:00 uur, 09:00 uur - 15:00 uur en 15:00 uur - 21:00 uur. De informatie over haul-out wordt één keer per dag samengevat waarbij voor elke 20 minuten is aangegeven of de zender droog of nat is.

Om een compleet beeld te krijgen van het gedrag van de zeehond moeten per 24 uur, 13 'brokken' gegevens verstuurd (en ontvangen) worden. Deze gegevens bestaan uit vier histogrammen die de duikduur beschrijven (één voor elke periode), evenzoveel die de duikdiepte en de tijd op diepte beschrijven, en de haul-out registratie. Helaas ontbreekt er vaak op zijn minst één van deze waarden. Gemiddeld wordt echter een redelijk goed beeld van het gedrag van het betreffende dier verkregen.

Voor dit onderzoek zijn alle data ingedeeld in de hierboven genoemde periodes. Voor sommige analyses is dit ook gedaan met de geïnterpoleerde locatiedata. Voor het haul-outgedrag zijn voor elke zes uur periode het aantal waarneemblokken van 20 minuten waarbij geconstateerd is dat de zender droog is, bij elkaar opgeteld.

I.2.1.5. Biometrische gegevens en afname van weefsel- en bloedmonsters

Van elke gezenderde zeehond worden ook biometrische data (lengte en gewicht) en twee bloedmonsters verzameld. Hiermee wordt de leeftijd geschat van de dieren en een algemeen beeld verkregen van de conditie van het dier. Het bloed wordt in eerste instantie verzameld om extra informatie toe te voegen aan de beperkte kennis die er bestaat over de gezondheid van in het wild levende zeehonden. Hieruit kan bijvoorbeeld een indicatie worden verkregen of het dier ziektes (w.o. infecties) heeft. Het bloed wordt soms ook gebruikt om te bepalen of het betreffende dier zwanger was. Van het bloed wordt serum, plasma en een stolsel (bloedcellen) bewaard bij -20°C.

Voor latere herkenning wordt elk dier gemerkt met een zogenaamde 'rototag'. Hiertoe wordt eerst een klein gaatje in de flipper gemaakt. Het weefsel dat hierbij vrijkomt wordt bewaard in 10 mM Tris-HCL (pH8.0)/100 mM EDTA en ingevroren voor latere DNA analyse.

Daarnaast zijn ook vetbiopten genomen, die later gebruikt kunnen worden voor vetzuuranalyses. De monsters zijn droog bewaard en ingevroren.

Deze monsters en metingen worden genomen gedurende de tijd dat de lijn van de zender droogt. Alle gebruikte methodes zijn getoetst en goedgekeurd door de Dierexperimenten Commissie (DEC) van de KNAW.

I.2.1.6. Ruimtelijke verspreiding gezenderde zeehonden en modellering populatie

Voor alle ruimtelijke analyses is gebruik gemaakt van de 'gesmoothde' en geïnterpoleerde data (zie hoofdstuk 2.1.2). Voor het bepalen van verschillende habitats zijn deze data gekoppeld aan de gedragswaarnemingen.

Opsplitsen van periodes in gedragstypes, clustering

Er worden in dit onderzoek drie verschillende gedragstypen onderscheiden: rust (zowel op de zandplaten als in het water), foerageren en migratie (bijvoorbeeld van en naar een foerageergebied). Gedragsdata zijn verzameld in periodes van zes uur. Binnen zo'n periode kan het dier in theorie foerageren en vervolgens op een zandplaat gaan liggen. Het niet kunnen scheiden van de gedragstypen bemoeilijkt de identificatie van verschillen in habitatgebruik. Toch zijn periodes van voornamelijk activiteit (en waarschijnlijk foerageren) te onderscheiden van periodes waarin vooral wordt gerust. Duikfrequentie zal hoger zijn in het eerste geval dan in het tweede. Ook de verdeling van duiken over de verschillende dieptes en de variatie in duikduur zullen verschillen. 'Duikdieptes' zijn echter beperkt door de ter plekke aanwezige diepte. Ergo, de duikdiepte-verdeling zal evenzeer een weerslag zijn van de beschikbare waterdiepte als van het gedrag. Het beste onderscheid in het gedrag kan daarom gemaakt worden aan de hand van de duikduur.

Hiertoe is er voor gekozen om op basis van de duikduur-histogrammen de verkregen data op te splitsen in gedragscategorieën.

De frequentieverdelingen van de duiktijden zijn geclassificeerd met behulp van een techniek die 'k-means clustering' wordt genoemd. De frequentieverdelingen worden met elkaar vergeleken op basis van een bepaalde formule en vervolgens worden de verschillende verdelingen volgens een specifiek algoritme in groepen ingedeeld. Bij classificatie wordt gestreefd naar een zo groot mogelijke overeenkomst tussen de data binnen een groep, en tegelijkertijd ook een zo groot mogelijk verschil tussen de groepen onderling. Uit een pilotexperiment waarin met een subsample van de frequentieverdelingen onderzocht werd welke van de zo berekende similariteitsindices als beste voldeed, bleek de Euclidische afstand de meest correcte resultaten te geven. Voor de analyse is gebruikt gemaakt van het software programma SPSS. De splitsing in verschillende groepen is onderzocht met verschillende aantallen groepen. Uiteindelijk is gekozen voor een opsplitsing in tien groepen.

De verkregen clusters werden herverdeeld in actief duikgedrag, gebaseerd op het grootste aantal duiken in zes uur, rustperiodes met de minste duiken en een intermediaire groep. De locaties van het actieve duikgedrag werden geselecteerd en voor elk individu werd een Kernell homerange bepaald (zie Tougaard et al., 2003). Om een algemeen beeld van de foerageerlocaties van deze zeehonden te vormen, zijn de resultaten gesommeerd na gecorrigeerd te zijn voor het verschil in oppervlaktes.

Modelleren van de verspreiding van de populatie

Uiteindelijk zal gedetailleerde kennis nodig zijn over de verspreiding van zeehonden over de Noordzee en de Waddenzee, om beter in te kunnen schatten in hoeverre het habitatgebruik overlapt met dat van andere gebruikers. Er is een eerste schatting gemaakt van de verspreiding van de gewone zeehonden, die ligplaatsen in de Nederlandse Waddenzee gebruiken, over de Wadden- en Noordzee. Jaarlijks worden er in de zomer (tijdens de zoog- en verharingsperiode) 5 tot 8 vluchten boven de Waddenzee uitgevoerd om populatietellingen te doen. Als index voor de populatiegrootte en de verdeling over de ligplaatsen in de Nederlandse Waddenzee werd de telling van 29/6/2003 gebruikt. Van de data van zeven zeehonden werd de afstand die dieren aflegden ten opzichte van hun haulout plek gebruikt.

Voor elk individu, werden de (verschillende) haulout plek(ken) die het dier in de onderzoeksperiode gebruikt geïdentificeerd. Voor elke, geïnterpoleerde waarneming werd de afstand tot deze plek bepaald. Dit resulteerde in een frequentieverdeling van afstand tot de ligplaats voor de gehele volgperiode. Er is hierbij gekozen voor een klasse-grootte van 2 km. Als schatting voor de verspreiding van een gemiddelde zeehond werd het gewogen gemiddelde van de frequentieverdeling bepaald.

Er werd een raster van blokken van 2 x 2 km gemaakt. Per ligplaats werd voor elk blok de afstand tot deze ligplaats bepaald. Voor elke ligplaats werd de verdeling van zeehonden over deze afstand berekend, gebruikmakend van de verspreiding van de zeven zeehonden in relatie tot hun haul-out plek. Voor elk blok werd de kans dat dit bezocht wordt bepaald. Dit is voor individuele zeehonden geschat door de kans te

delen door het aantal blokken die op overeenkomstige afstand tot de ligplaats liggen. Met een toenemende afstand neemt het aantal blokken toe, de kans op het voorkomen van zeehonden daarmee af. Hierbij worden de blokken die op land vallen buiten beschouwing gelaten. De verkregen verdeling werd vermenigvuldigd met het aantal zeehonden. De verkregen verdelingen per ligplaats werden gesommeerd om zo een theoretische, relatieve verdeling van de dieren over het gebied te verkrijgen. Dit geeft een beeld van de verspreiding van de zeehonden over het Waddengebied en de Noordzee.

I.2.2. Visverspreiding

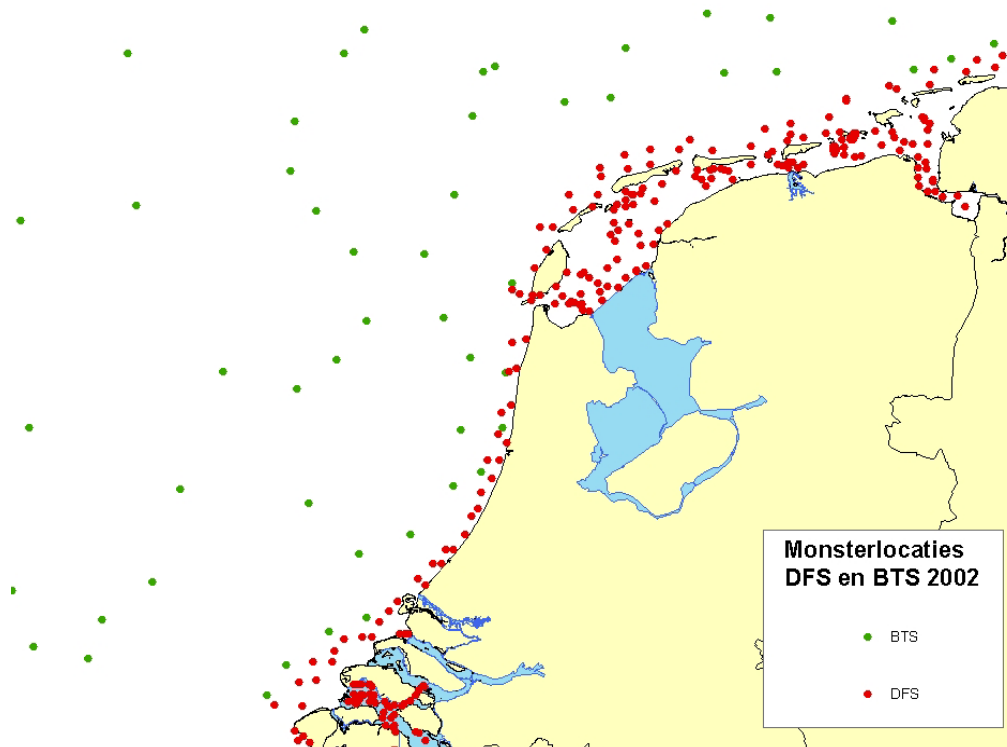
In deze studie is voor de beschrijving van de aanwezige visfauna gebruik gemaakt van een aantal bronnen. Ten eerste is er doelgericht gevist op plekken waar de gezenderde zeehonden zich ophielden. Daarnaast is gebruik gemaakt van gegevens die verzameld worden binnen twee verschillende surveys die door het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek elk najaar uitgevoerd worden: De Demersal Fish Survey (DFS), die vooral gericht is op jonge platvis en de Beam Trawl Survey (BTS) waarbij ook grotere platvis gevangen wordt. Voor deze beide surveys is de bemonstering uit najaar 2002 uitgewerkt, omdat deze in de tijd het dichtst bij de periode ligt waarin de gegevens over de verspreiding van zeehonden verzameld zijn. Deze beide surveys zijn vooral gericht op demersale vis en minder geschikt voor de bemonstering van pelagische vis. Voor de beschrijving van de pelagische visfauna is gebruik gemaakt van akoestische surveys die uitgevoerd zijn in het kader van het onderzoek naar de mogelijkheden voor aanleg van een vliegveld eiland in zee (Grift et al., 2003)

In de periode 1991-1996 is in de Noordzee binnen het programma IBTS (International Bottom Trawl Survey) viermaal per jaar een bemonstering uitgevoerd. Deze gegevens worden gebruikt om seizoensvariatie in verspreiding van vis op de Noordzee te beschrijven.

I.2.2.1. Demersal Fish Survey (DFS)

De DFS wordt ieder najaar uitgevoerd met als belangrijkste doel om in een vroeg stadium indices van garnalen en van 0- en 1-jarige tong en schol te verkrijgen. De survey wordt uitgevoerd langs de Nederlandse, Duitse en Deense kust, de Wester- en Oosterschelde, de Waddenzee en de Eems-Dollard. Alle trekken van de DFS worden uitgevoerd met een garnalenkor. De schepen die in de estuaria vissen doen dit met een drie meter garnalennet. Langs de kust wordt met een zes meter garnalennet gevist. Jaarlijks worden tussen de 200 en 300 trekken van 15 minuten door drie verschillende schepen gedaan. De vissnelheid is twee tot drie knopen met het drie meter tuig en drie tot vier knopen met de zes meter boomkor. Er wordt zoveel mogelijk bij daglicht en voor de stroom gevist, verder wordt gedurende de trek getracht dezelfde diepte aan te houden als bij het uitzetten van het net. Tijdens de survey wordt van alle soorten de lengteverdeling bepaald. Om het beviste oppervlak

te berekenen wordt de tijdens een trek afgelegde afstand vermenigvuldigd met de breedte van de boomkor (3 of 6m). De survey wordt uitgevoerd in augustus en september. De trekposities die in najaar 2002 zijn bemonsterd zijn weergegeven in figuur 3. Voor een uitgebreide beschrijving van de surveys zie van Damme et al. (2003).



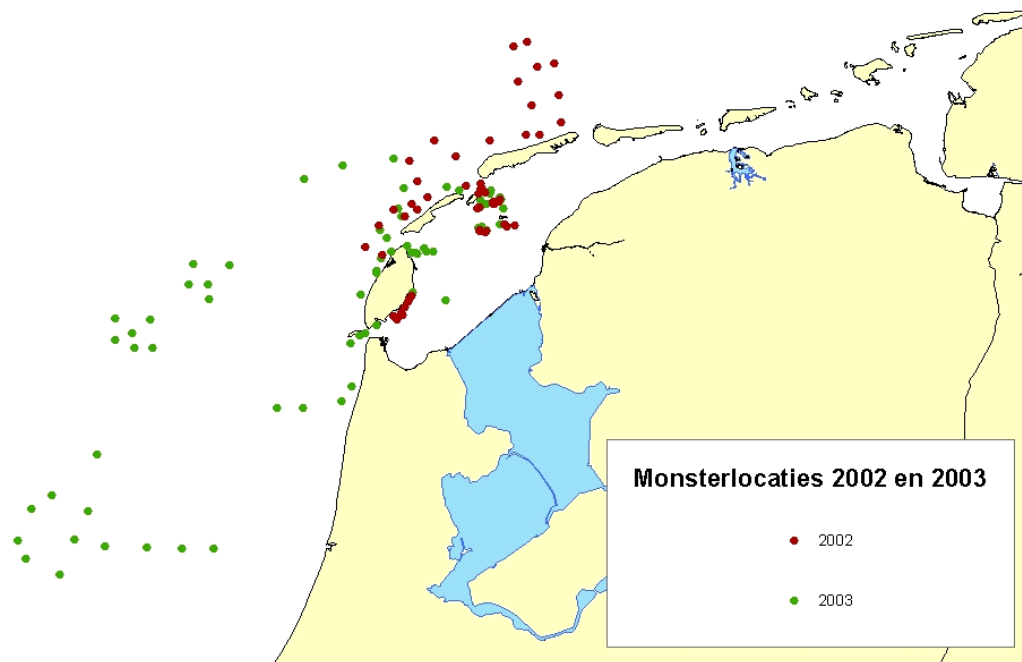
Figuur 3. Trekposities DFS en BTS najaar 2002.

I.2.2.2. Beam Trawl Survey (BTS)

De BTS is in 1985 gestart om jaarlijks indices te verkrijgen van juveniele en volwassen tong en schol. Deze survey wordt in internationale samenwerking uitgevoerd en bestrijkt de zuidelijke en centrale Noordzee, het Kanaal, de Keltische zee en de Ierse zee. De survey wordt uitgevoerd in augustus en september omdat de vis dan homogener over de ruimte is verdeeld dan in andere maanden. Om het beviste oppervlak te berekenen wordt de tijdens een trek afgelegde afstand vermenigvuldigd met de breedte van de boomkor (8m). De trekposities die in najaar 2002 zijn bemonsterd zijn weergegeven in figuur 4. Vergeleken met de DFS is de BTS geschikter voor pelagische soorten omdat de netopening hoger is.

I.2.2.3. Locale bemonsteringen

De bemonstering is uitgevoerd tijdens twee weken in november en december 2002 en tijdens een week in maart 2003. Van 25 t/m 28 november 2002 zijn er met het onderzoeksvaartuig de Isis op 23 plekken bemonsteringen uitgevoerd op de Noordzee, in het gebied ten noordwesten van Texel, Vlieland en Terschelling (Fig. 4). Getracht is een raai ten Noorden van de eilanden te bemonsteren waarbij verschillende dieptes zijn bemonsterd. Deze locaties zijn gekozen op basis van de weinige signalen die van de minder goed functionerende zenders binnenkwamen. Van 2 t/m 5 december 2002 zijn met het onderzoeksvaartuig de Stern, 33 trekken uitgevoerd in de Waddenzee in de geulen in de omgeving van Texel, Vlieland en Terschelling (Fig. 4). In 2003 is vanaf beide schepen tegelijkertijd (24 t/m 27 maart) gevist in de westelijke Waddenzee en de Noordzee (Fig. 4). Tijdens deze bemonstering verbleven alle zeehonden op de Noordzee. Bij de bemonstering is de nadruk gelegd op de plekken waar zich op dat moment zeehonden bevonden. In voorjaar 2003 bevonden de zeehonden zich bijna uitsluitend op de Noordzee. Bij de bemonstering in de Waddenzee zijn plekken aangehouden die uit het verleden als potentiële voedselgebieden bekend waren.



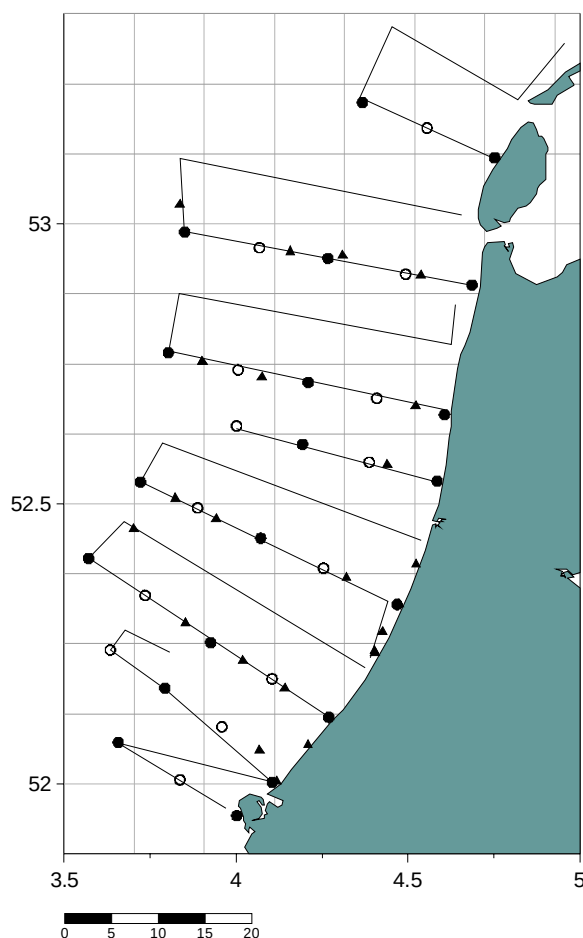
Figuur 4. Trekposities locale bemonsteringen najaar 2003 en voorjaar 2003.



Figuur 5. Dubbele kor gebruikt voor de bemonstering op de zeehondenlocaties op de Waddenzee.

Bij deze bemonsteringen is gevist volgens dezelfde methode die tijdens de DFS survey (zie hierboven) gebruikt wordt. Bij de bemonstering vanaf de Stern is bovenop de garnalenkor nog een tweede kor gemonteerd. Hierdoor is de beviste hoogte vanaf de bodem tweemaal zo hoog als normaal (Fig.5). In de analyses is onderscheid gemaakt tussen deze twee bemonsteringen en onderzocht of de tweede kor veel toevoegde aan de vangst van de benedenkor.

Omdat over de getijderitmiek van vis weinig bekend is en die voor het foerageergedrag van de zeehond van belang kan zijn, hebben we binnen dit project een aantal trekken in duplo uitgevoerd. Op tien verschillende plekken in de Waddenzee (geulen rond Griend, Blauwe Slenk, Westmeep, Vlie-ree, Stortemelk en Texelstroom) zijn twee trekken gedaan, een met afgaand en een met opkomend water. De vangsten in deze trekken zijn paarsgewijs vergeleken en getoetst in een log-lineair regressiemodel.



Figuur 6. Transect van de akoestische survey die in week 23 en 24 in 2002 is uitgevoerd, met de posities van vistrekken (driehoekjes) en zoöplankton monsterpunten (cirkels).

I.2.2.4. Verspreiding van pelagische vis in de kustzone

De standaard-surveys zoals de DFS en BTS zijn vooral gericht op demersale vissoorten. Pelagische soorten worden wel gevangen maar vooral bij het omhooghalen van het net. In het kader van de voorstudies naar een mogelijk vliegveldeiland in zee is er in het voorjaar (juni) van 2002 een akoestische survey uitgevoerd in het kustgebied (Grift et al., 2003, Fig. 6). Deze surveys zijn uitgevoerd met een gecharterde eurokotter. Er werd gebruik gemaakt van een Simrad EK60 echolood met 38 kHz en 200 kHz splitbeam transducers. De transducers werden opgehangen in een zogenaamde ‘towed body’ welke vanuit één van de 8m lange bomen van de kotter werd getrokken op een diepte van ongeveer 2-3 meter onder het wateroppervlak. De akoestische aantekeningen (‘echo’s’) werden geverifieerd door middel van proeftrekken met een net. Uit deze vangsten is de soortsamenvatting afgeleid. De dichtheden zijn weergegeven in m^2/nm^2 , een maat voor reflectie en kunnen gezien worden als een relatieve maat van voorkomen.

I.2.2.5. Verspreiding boomkorvloot

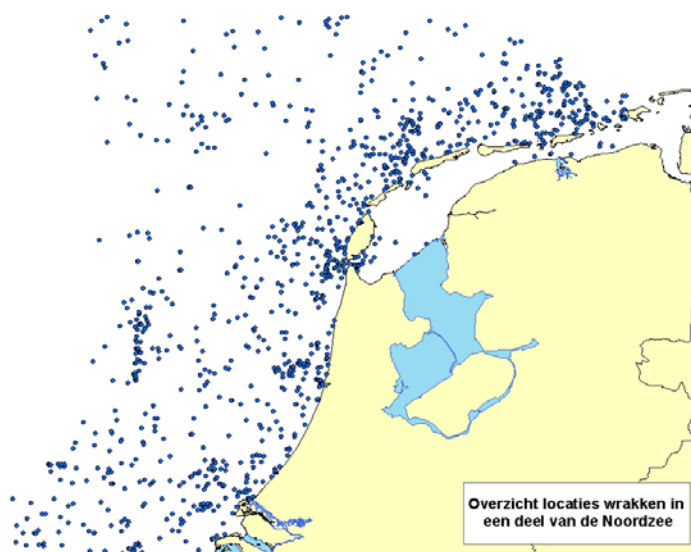
De ruimtelijke verspreiding van visactiviteit, uitgeoefend door de kottervloot, kan gezien worden als een afspiegeling van visconcentraties. Kotters zullen visconcentraties opzoeken en kunnen zo vergeleken worden met natuurlijke predatoren. Bovendien wordt door kotters ondermaatse vis overboord gezet. Deze discards zouden mogelijk ook als voedsel voor zeehonden kunnen dienen.

Binnen het F-project dat in samenwerking met boomkorvissers uitgevoerd wordt door het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, worden gegevens verzameld over de verspreiding van vissende kotters en eurokotters. Sinds 2000 wordt de ruimtelijke verspreiding van de visserij-inspanning van alle schepen langer dan 24 m door de AID geregistreerd (VMS gegevens). Eens per 1,5 uur, wordt de positie van deze schepen geregistreerd. Het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek heeft toestemming gekregen om de gegevens van 75 schepen (10 eurokotters, 65 kotters) anoniem te gebruiken. De nauwkeurigheid van de registratie is <100 m. Van de schepen wordt ook de vaarsnelheid geregistreerd zodat kan worden afgeleid worden of ze vissen of varen. Voor eurokotters is aangenomen dat bij een snelheid tussen drie en zes knopen (5,6 -11,1 km/uur) gevist wordt en voor grotere kotters tussen vier en acht knopen (7,4 -14,8 km/uur).

I.2.2.6. Verspreiding wrakken

Wrakken kunnen dienst doen als schuilplaats voor vis. Over het algemeen zijn visconcentraties daarom verhoogd in de nabijheid van wrakken. Mogelijk bieden wrakken ook goede jaagmogelijkheden voor zeehonden. Zeehonden zouden in hun keuze van voedselgebieden obstakels zoals wrakken (of andere structuren op de zeebodem) kunnen opzoeken, zowel vanwege een verhoogd voedselaanbod, en omdat het goede schuilmogelijkheden biedt om vanuit te jagen.

De posities en staat van wrakken op de Noordzee worden bijgehouden door de Koninklijke Marine. Een bestand posities van wrakken tot en met 2003 is opgevraagd en gebruikt. Hierbij is geen onderscheid gemaakt in de staat van de wrakken.



Figuur 7. Overzicht van wrakken in het Nederlandse deel van de Noordzee.

I.2.2.7. IBTS survey: seizoensvariatie in verspreiding

De International Bottom Trawl Survey is vooral gericht op het verkrijgen van recruitment-indices van kabeljauw, schelvis, haring en sprot in de Noordzee, Skagerrak en Kattegat. Omdat de survey al meer dan 30 jaar wordt uitgevoerd, en omdat gebruik gemaakt wordt van een a-selectief net dat ook andere demersale en semi-pelagische vissoorten vangt, kunnen de gegevens tevens voor andere doeleinden gebruikt worden. Het vistuig dat voor de IBTS wordt gebruikt is een zgn. GOV-trawl, een bordentrawl met een hoge verticale netopening. In de periode 1991-1996 is de survey eenmaal per kwartaal uitgevoerd. Voor de verwerking en berekening van gegevens zie Grift (2002). In deze rapportage worden verspreidingsgegevens uit deze periode gepresenteerd (Piet et al., 2003; ICES, 2002). De vangstmethode is niet geschikt voor het vangen van platvis en zandspiering. Het grid waarop de bemonstering geanalyseerd wordt is erg grof (ICES vakken), maar voor een beschrijving van seizoenspatronen is de verspreiding wel illustratief.

I.2.3 Correlatie/associatie zeehonden foerageerverspreiding en visverspreiding

I.2.3.1 Overlap in zeehonden foerageerlocaties en visverspreiding

Uitgaande van de zeehond als opportunistische viseter (Tollit et al., 1998) zal men verwachten dat de zeehonden in die gebieden zullen foerageren waar de hoogste of hogere dichtheden van hun preferente soort(en) voorkomen. Deze hypothese werd

getoetst voor de visbemonstering in het kader van dit onderzoek in 2003 en de verspreiding van de zeven in februari gezenderde zeehonden.

Uitgaande van een rooster van 5 x 5 km werd voor elk vak gescoord hoe frequent dit bezocht werd door de (foeragerende) zeehonden en werd de visdichtheid bepaald (indien in dit vak bemonsterd werd). Wanneer meer dan éénmaal in een vak bemonsterd werd, zijn de data voor dit vak gemiddeld. Onderzocht werd of zeehondendichtheden en visdichtheden gemeten in die vakken gecorreleerd zijn.

Met behulp van een Principale Componenten Analyse (Jongman & Ter Braak, 1995) zijn de dichtheden van de verschillende vissoorten en de dichtheden van zeehonden in de 5km² hokken geanalyseerd. Met deze methode is het mogelijk te onderzoeken of zeehonden vooral voorkomen in hokken waar veel van een bepaalde (of meerder) vissoorten zitten. De ordinatie is uitgevoerd met behulp van Canoco 4.5 (ter Braak & Šmilauer, 2002).

Een eerste analyse van de overige bemonsteringen werd uitgevoerd om de overlap tussen de foeragerende zeehonden en de visdichtheden te bepalen voor de DFS, de BTS en de akoestische survey. Hiervoor is voor elk monsterpunt en elke soortengroep bepaald hoe de gevonden dichtheden zich verhouden tot de gemiddelde waarde voor alle punten in die survey. Een resultaat van 1 zou betekenen dat op dat punt gemiddeld gevangen werd, daarboven is de vangst bovengemiddeld. Deze index werd uitgezet tegen de zeehondendichtheid.

I.2.3.2. Prooikeuze

Faeces analyse

Gangbare methodes om het dieet van zeehonden te achterhalen zijn vooral gericht op maaginhoud- en faecesanalyse. In de Nederlandse Waddenzee is tot op heden weinig onderzoek op dit gebied uitgevoerd. In de begin dertiger jaren van de vorige eeuw werd door Havinga (1933) een groot aantal geschoten dieren gebruikt om de maaginhoud te achterhalen. Dit was tevens het laatste onderzoek naar voedsel van zeehonden in Nederland. Huidige kennis over het dieet van de gewone zeehond in naburige landen is vooral gericht op de analyse van faecesmonsters die op de ligplaatsen gevonden worden.

In de Nederlandse Waddenzee zijn uitwerpselen van zeehonden moeilijk te vinden. Mogelijk omdat de zeehonden op getijde-banken op de kant komen en dat deze elk getijde overstroomd worden. Deze veronderstelling is des te aannemelijker aangezien op hoger gelegen banken soms wél faeces wordt gevonden. Deze banken worden echter doorgaans ook door de grijze zeehonden gebruikt, wat een nieuw probleem met zich meebrengt: het vaststellen van de herkomst van het monster. Er zijn een aantal nadelen verbonden aan de analyse van de monsters en de interpretatie van de resultaten (da Silva & Neilson, 1985, Pierce et al., 1991, Gales & Cheal, 1992). Hiertoe behoren onder andere de soortspecifieke verschillen in slijtage van herkenbare visresten en het feit dat vooral prooi gevonden zal worden die dicht in de

buurt van de ligplaats werd geconsumeerd. Men kan hiermee wel bepalen welke soorten zeker gegeten worden maar niet eenduidig alle gegeten soorten. Verder kunnen metingen van de visresten dus ook een schatting van de grootte van de vissen opleveren. Andere methodes om dieet te bepalen worden in de discussie besproken.

In de jaren 2001-2003 werden 43 monsters verzameld, op zandplaten in de omgeving van Texel. Slechts in een enkel geval was met zekerheid vast te stellen van welke zeehondensoort deze afkomstig was. Elk monster werd na de vondst bij -20 °C ingevroren. Voor analyse werden de monsters verder vervolgens uitgespoeld of in een wasmachine gewassen. Dit laatste is een recent op Alterra ontwikkelde methode (Brasseur & Jansen, ongepubliceerde data). Harde delen, met name otolieten werden uit het monster verzameld en gemeten. Voor het berekenen van vislengte werden regressielijnen uit Leopold et al. (2001) gebruikt. De verkregen gegevens werden vergeleken met data van Havinga (1933) en data uit andere gebieden.

Vetzuur analyses

Vetzuren in mariene organismen worden gekarakteriseerd door een grote diversiteit in lengte en door hoge concentraties van lange en onverzadigde vetzuren. In tegenstelling tot andere nutriënten zoals eiwitten en koolhydraten, worden vetzuren in voedsel maar ten dele afgebroken tijdens de vertering en vrijwel onveranderd ingebouwd in weefsels. Daardoor geeft de vetzuursamenstelling van de speeklaag een afspiegeling van de belangrijkste prooi-soorten (Iverson, 1993, Pomeroy et al., 2000). Wanneer de vetzuursamenstelling van de prooi-soorten bekend is, kan in theorie uit de vetzuursamenstelling van de speeklaag de prooi-soortsamenstelling vastgesteld worden. Naarmate in een systeem minder prooi-soorten voorkomen wordt de analyse eenvoudiger. Een directe link tussen vetzuurprofiel van zeehonden en hun dieet is moeilijker als het dieet gevarieerder is. Er is echter weinig bekend over de verandering in vetzuursamenstelling van prooi-soorten in de tijd. In de meeste studies worden vetzuurprofielen gebruikt op een kwalitatieve manier: het onderzoeken van verschillen in prooi-keuze tussen kolonies/populaties, tussen leeftijdsgroepen of tussen jaren (Walton & Pomeroy, 2003, Smith et al., 1997).

In deze studie is gebruik gemaakt van een eenvoudige vetextractie met chloroform en methanol (Bligh & Dyer). Het geëxtraheerde vet wordt eerst verzeept, waarna de vrije vetzuren gemethyleerd worden. Deze vluchtige, apolaire verbindingen worden opgenomen in iso-octaan en geanalyseerd op de GC met Flame ionisation detection (FID). Er zijn 2 temperatuurprogramma's gebruikt om een zo volledig beeld te krijgen van alle aanwezige vetzuren, hierdoor is de scheiding van zowel de korte keten als de lange keten vetzuren optimaal. Uitgebreide technische beschrijvingen van de methode om vetzuren te analyseren zijn te vinden in o.a. Grahl-Nielsen & Mjaavatten (1991), Iverson et al. (1997), Grahl-Nielsen et al. (2000), Walton et al. (2000).

I.3. Resultaten

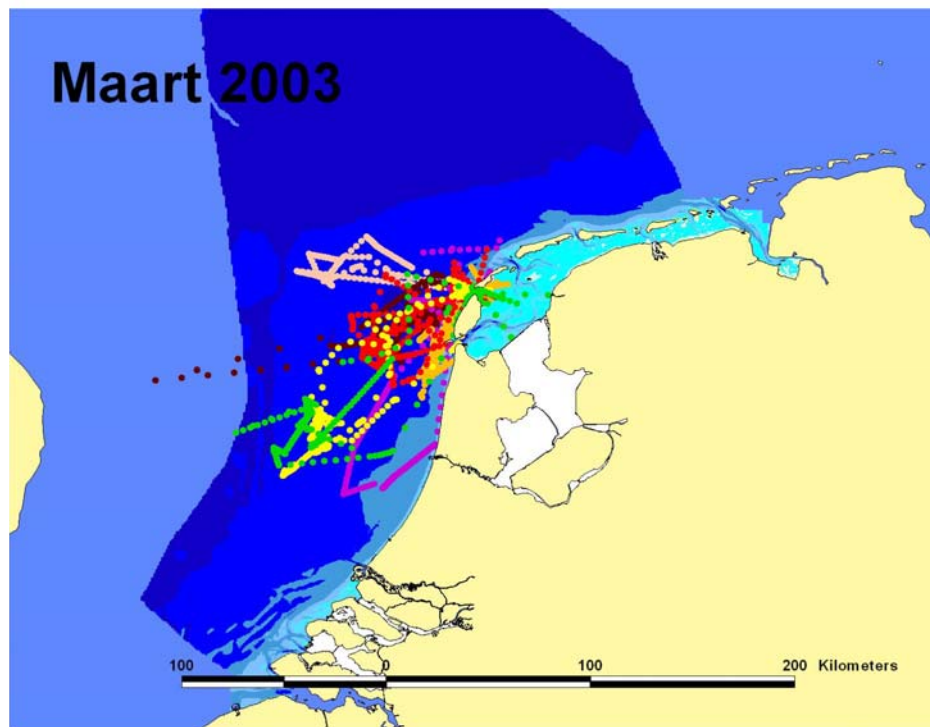
I.3.1. Gewone zeehond

I.3.1.1. Verspreiding in ruimte en tijd

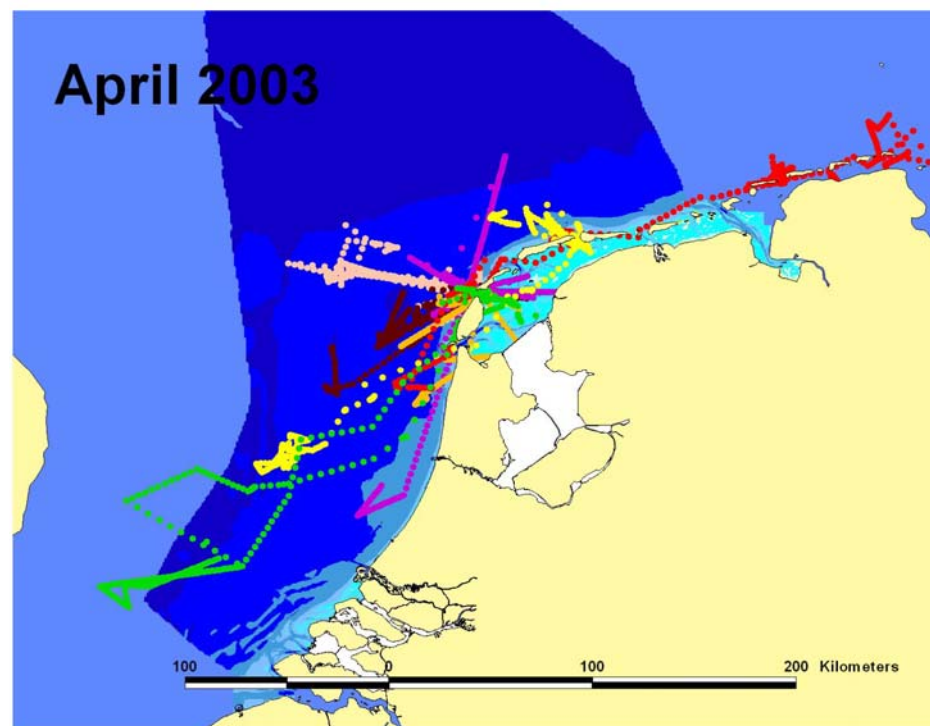
Het gedrag van de dieren is zeer individualistisch (Fig. 8). Alle dieren blijven in eerste instantie de zandbanken in het gebied waar ze gezenderd zijn gebruiken als ligplaats. De dieren gaan regelmatig weg naar open zee en hoewel een aantal hier (tijdelijk) van afwijkt, komen ze meestal terug. Figuur 9 laat zien hoe de dieren periodes van langdurig verblijf op grote dieptes afwisselen met periodes waarbij vooral aan de oppervlakte (op de kant) wordt geleefd.

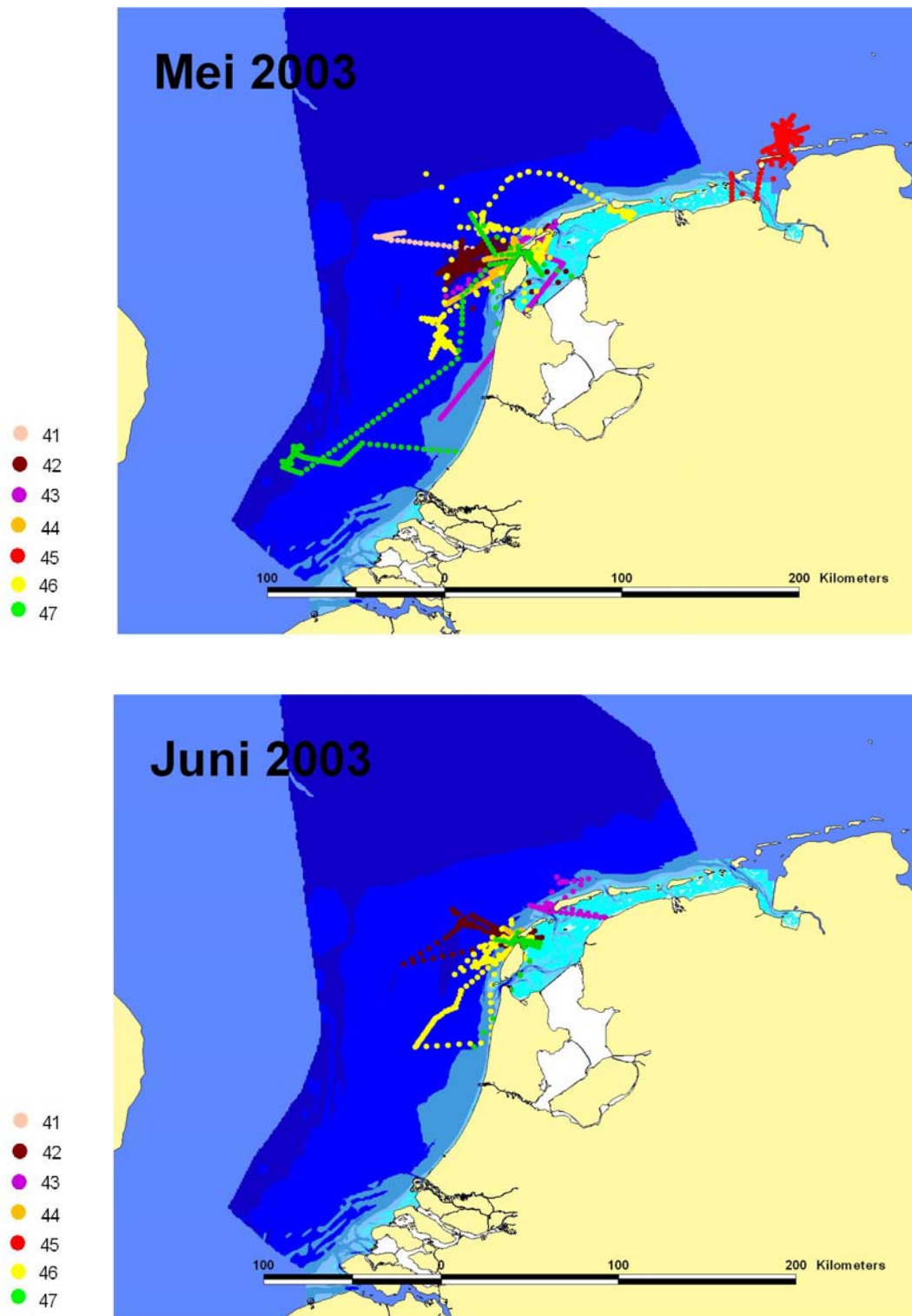
Zeehond 41 (roze) vertoont in de onderzoeksperiode een regelmatig gedrag waarbij het tochten van ongeveer een week afwisselt met ongeveer een week rond het zendergebied. Op alle tochten zwemt dit dier naar het gebied ten westen van de vangplek tot een afstand van 70-80 km. Zeehond 42 (bruin) verplaatst zich eveneens over een relatief beperkt gebied maar vertoont niet de regelmaat van zeehond 41. Zijn tochten variëren in afstand tussen enkele kilometers en bijna 100 km. Ook dit dier trekt vooral naar het (zuid)westen van het zendergebied. Zeehond 43 (paars) onderneemt een aantal langere tochten van 100 km waarbij ze zich langs de kust beweegt in zuidelijke richting. In juni verkast het dier naar een ligplaats tussen Vlieland en Terschelling waarbij ze van hieruit kleine tochten onderneemt, zowel de Waddenzee in als de Noordzee op. Zeehond 44 (oranje) blijft het meest in de buurt van de vangplaats. Hij onderneemt enkel kleine tochten van minder dan één week waarbij hij primair in het Noordzeekustgebied zwemt en af en toe ook de Waddenzee intrekt. Zeehond 45 (rood) blijft alleen in de maand maart in de buurt van de vangplek. In die periode overlappen haar tochten van 1-1,5 week met die van de eerder genoemde zeehonden. Ze blijft binnen 50 km van de vangplek. Medio april trekt ze naar het oosten waarbij ze op verschillende ligplaatsen in de Nederlandse en de Duitse Waddenzee komt, tot aan de eilanden ten noorden van de Jadebusen. In mei maakt ze vooral gebruik van een ligplaats bij het Duitse eiland Nordernei. Zeehond 46 (geel) onderneemt in maart en begin april twee lange tochten van meer dan 2 weken naar het zuidwesten van de vangplaats. Na beide tochten blijft hij bijna één week in de buurt van de haul-out plek voordat hij weer wegtrekt. In de tweede helft van april maakt het dier gebruik van een haul-out plek tussen Terschelling en Ameland. Vandaar uit onderneemt hij tochten van 3-4 dagen de Noordzee op. Medio mei zwemt het dier na een tocht op zee weer terug naar het westen, eerst tussen Vlieland en Terschelling, dan naar de vangplek. De tochten op zee blijven binnen de 50 km in die periode. Zeehond 47 (lichtgroen) onderneemt de tochten die het verst van de ligplaats verwijderd zijn. In maart overlapt haar zoekgebied met dat van zeehond 46. In april en mei trekt het dier meer dan 200 km weg, ten westen van het Deltagebied. Haar tochten zijn ongeveer 3 weken lang, afgewisseld met periodes van bijna 2 weken in de buurt van de ligplaats.

- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47



- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47



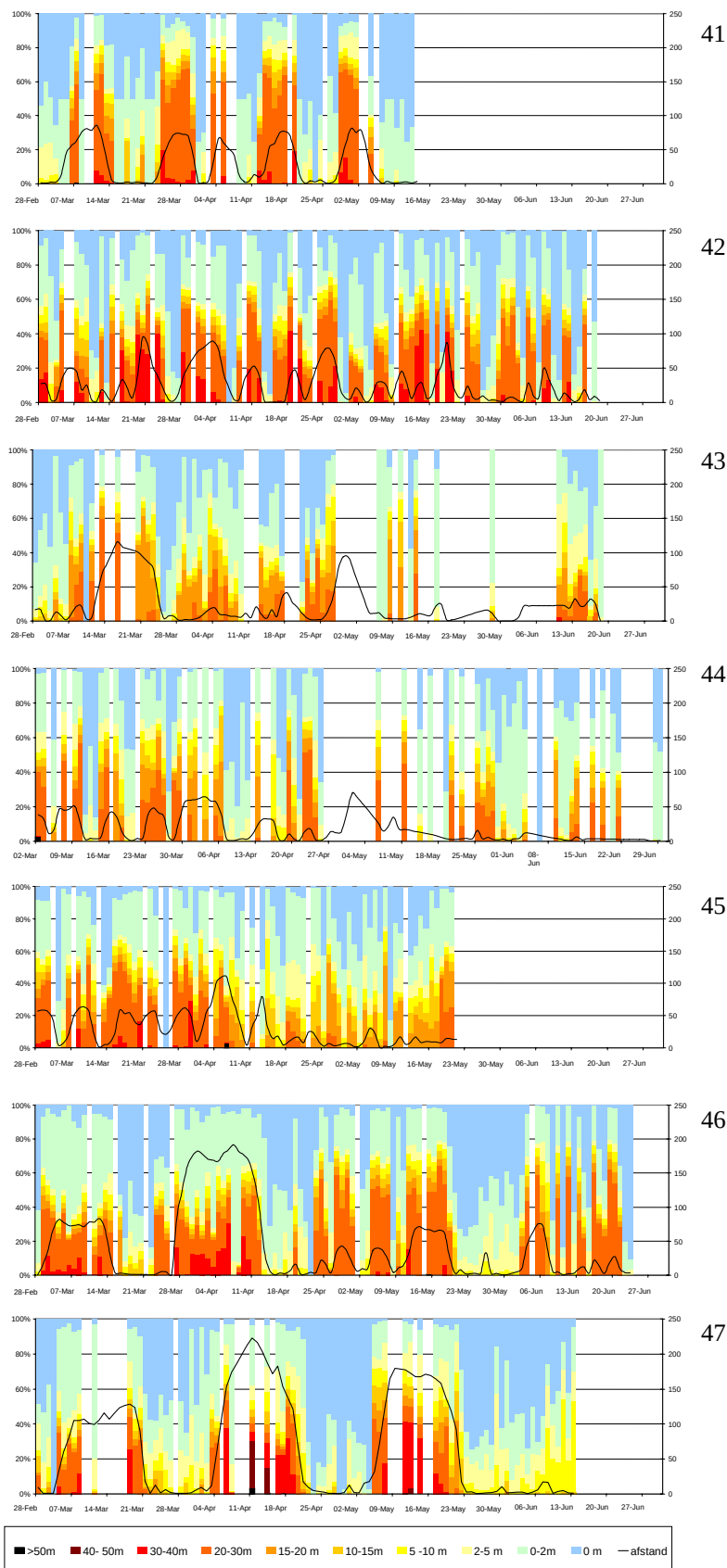


Figuur 8. Geïnterpoleerde localisatie van zeven zeehonden in de periode 28 februari-30 juni ingedeeld in periodes van een maand.

I.3.1.2. Duikgedrag

Verblijf op dieptes

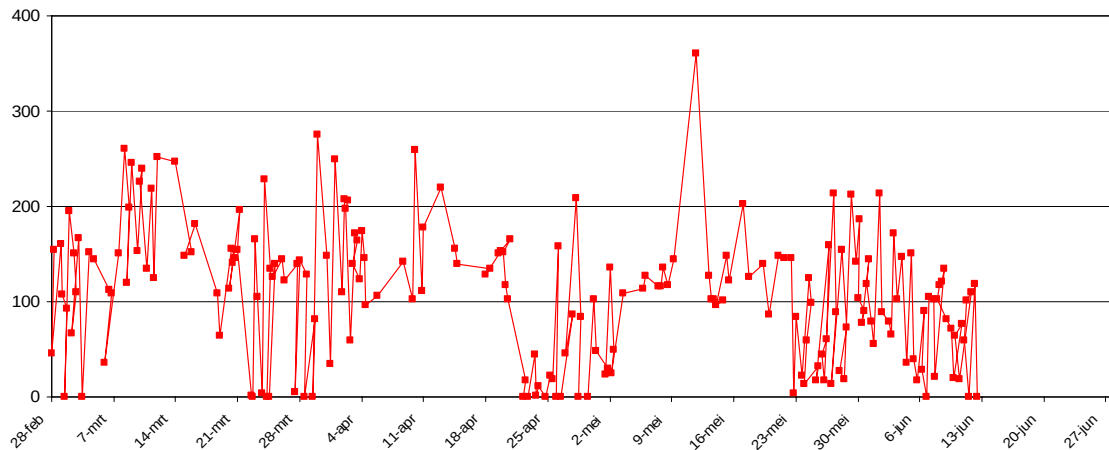
De zeehonden vertoonden niet alleen een grote individuele variatie in de ruimtelijke verspreiding maar ook in het duikgedrag (Fig. 9). Voor alle dieren worden, enigszins parallel aan de tochten, hoge percentages tijd op dieptes van meer dan 20m (oranje/rood en donkerder kleuren) en hoge percentages tijd aan de oppervlakte (licht blauw) afgewisseld. Opvallend is dat de dieren regelmatig dagen hebben waarbij ze meer dan 90% van hun tijd onder water doorbrengen (<10%, lichtblauw), andere dagen besteden de dieren 60% of meer tijd aan de oppervlakte (>60%, lichtblauw). Het feit dat er dagen bestaan waarbij een dier ver weg is van de haul-outplek en toch een langere tijd aan de oppervlakte doorbrengt, geeft aan dat zeehonden ook in het water rusten.



Figuur 9. Voor de zeehonden 41 t/m 47 de tijd (% per dag) dat de dieren op verschillende diepten doorbrengen als functie van de observatiedatum. De zwarte lijn geeft aan hoever het dier zich die dag gemiddeld van de ligplaats bevindt. Het ontbreken van staafjes geeft aan dat voor die dagen geen data zijn ontvangen.

Duikfrequentie

Het aantal duiken dat een dier per periode van zes uur maakt kan oplopen tot 450. Als voorbeeld voor de variatie in de duikfrequentie wordt in figuur 10 weergegeven hoe zeehond nr. 47 duikt. Voor deze zeehond wordt de hoogste frequentie duiken rond 14 maart, 11 april en 15 mei behaald. Dit komt overeen met verre locaties waar naar verwachting veel wordt gefoerageerd. Frequente duiken worden echter ook op locaties dichtbij de ligplaats gezien; het is dus niet uit te sluiten dat ook dichtbij wordt gefoerageerd.

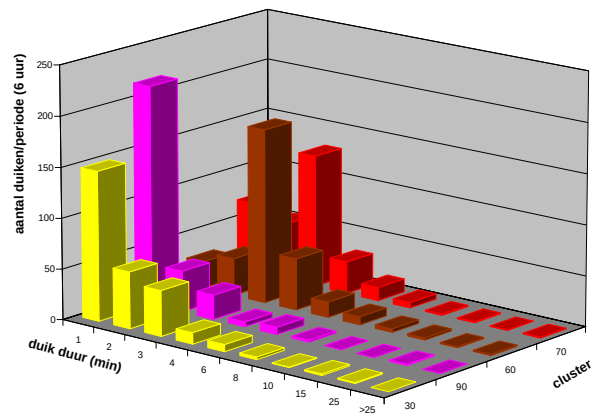


Figuur 10. Dier nummer 47; frequentie van duiken in zes uur.

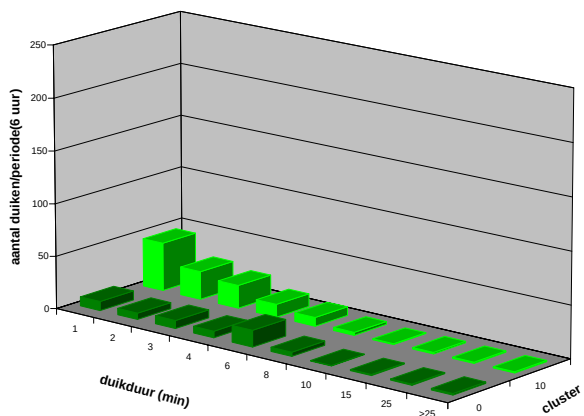
De verschillende periodes zijn op basis van de frequenties van de verschillende duikduren in 10 verschillende clusters opgedeeld. Deze clusters werden vervolgens in drie groepen ingedeeld: A) actieve periodes, mogelijk foerageergedrag; B) non-actieve periodes; C) intermediaire periodes (Fig. 11).

Voor elke zeehondenlocatie kan nu bepaald worden welk gedragstype in die tijd werd uitgevoerd. Figuur 12 geeft weer op welke locaties de gedragingen behorend bij een bepaalde cluster werden uitgevoerd. In navolging van figuur 11 zijn de clusters gegroepeerd in A: actieve periodes ‘foerageergedrag’; B: non-actieve periodes; en C: intermediaire periodes.

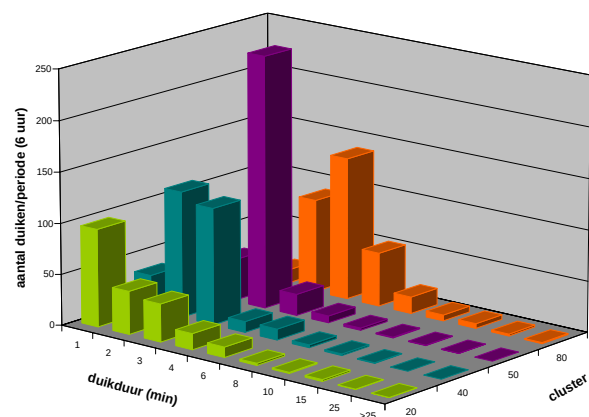
A



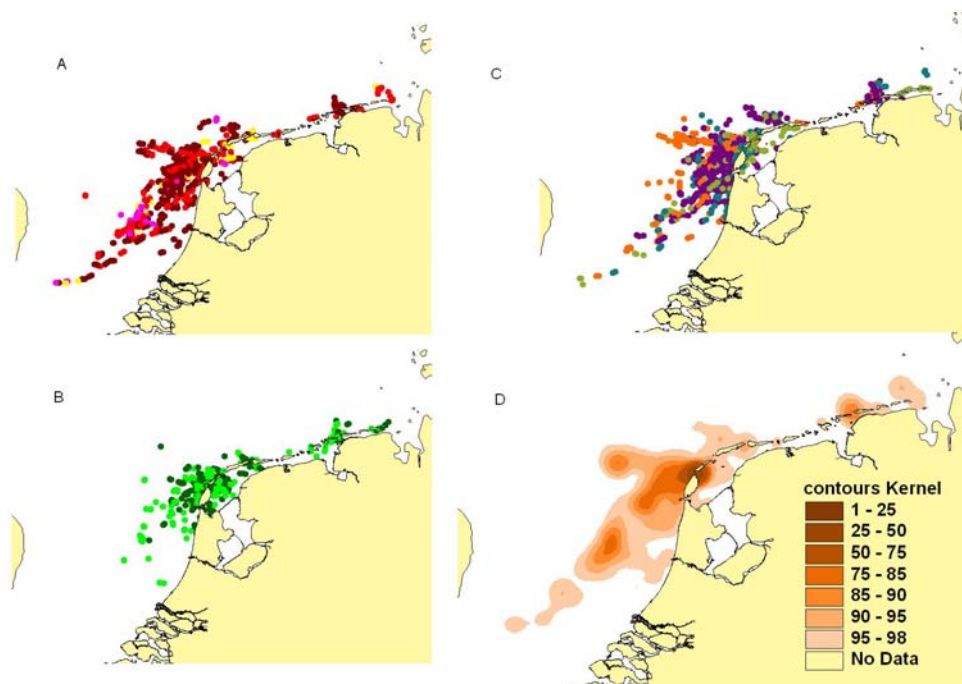
B



C

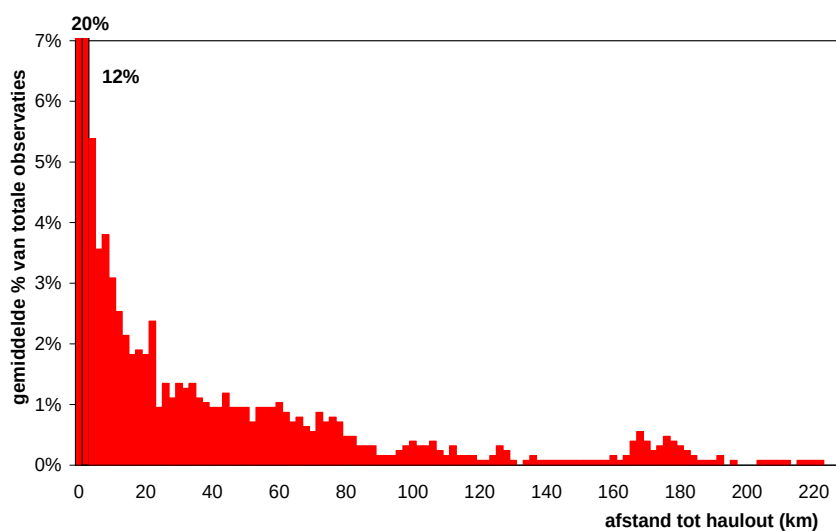


Figuur 11. Uitslag van de clustering; frequentieverdeling van duikduren.
A: actieve periodes, foerageergedrag; B: non-actieve periodes; C: intermediaire periodes.



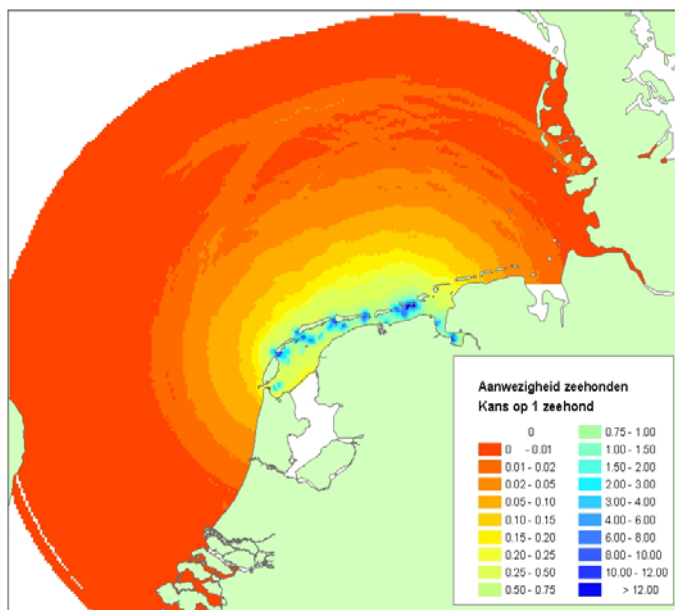
Figuur 12. Uitslag van de clustering; verspreiding van de verschillende gedragingen. A: actieve periodes foerageergedrag; B: non-actieve periodes; C: intermediaire periodes. D: is een samengestelde kernel homerange voor de foerageerperiodes van de zeven zeehonden.

I.3.1.3. Geschatte verspreiding van de populatie



Figuur 13. Frequentieverdeling van de gemiddelde afstand van de plek waar de zeven gezenderde zeehonden werden waargenomen en hun haul-out plek. Merk op dat het percentage bij 2 en 4 km respectievelijk 20% en 12% van de waarnemingen omvat.

In de frequentieverdeling van afstanden tot de haul-out plek van de zeven zeehonden overheersen de afstanden tot 20 km (Fig. 13). Hierbij is uitgegaan van de geïnterpoleerde data. Wanneer deze resultaten gebruikt worden om de verspreiding van de gehele populatie te berekenen krijgt men de verspreiding zoals gepresenteerd in figuur 14. Hierin wordt de kans is dat een zeehond zich in een 2 x 2 km hok bevindt weergegeven. Let op dat deze waarde boven 1 kan zijn wanneer er meerdere zeehonden in zo'n gebied verwacht kunnen worden. Dit doet zich bijvoorbeeld voor in de omgeving van ligplaatsen waar veel zeehonden van gebruikmaken, zoals in de Oostelijk Waddenzee het geval is.



Figuur 14. Verspreidingspatroon van de kans dat zich één zeehond in het betreffende gebied bevindt. Dit patroon is berekend op basis van de zeehonden geteld op de Nederlandse haul-outs op 13/06/2003 en de afstanden tot de haul-outs van de zeven gezenderde zeehonden.

I.3.2. Visverspreiding in ruimte en tijd

In de beschrijving van de verspreiding van vis, hebben we de vissoorten in een aantal groepen ingedeeld om het beeld overzichtelijk te houden (Tabel 2). Hierbij is onderscheid gemaakt in demersale vis (platvis), pelagische vis, rondvis, zandspieringachtigen en een restgroep. In de presentatie is telkens per soort of soortgroep onderscheid gemaakt in dichtheid op basis van biomassa (kg/ha) en aantallen (n/ha).

Tabel 2. Indeling van bemonsterde soorten in soortgroepen.

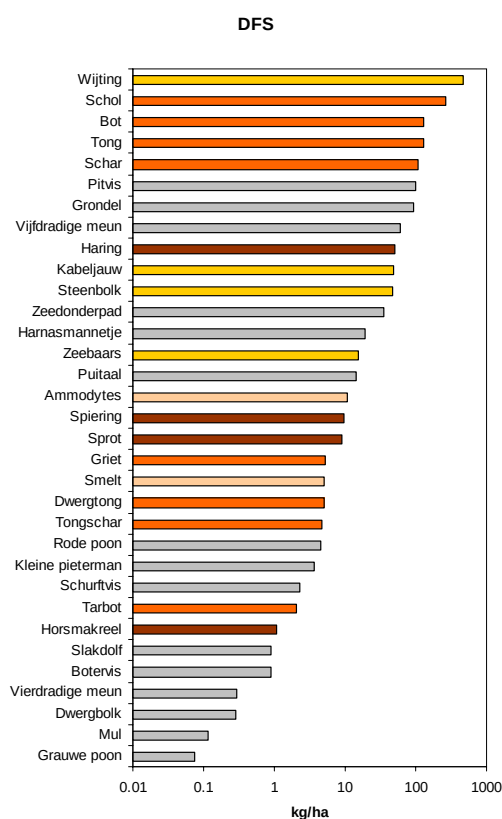
groep	soort
platvis (demersaal)	Schol
	Bot
	Schar
	Tong
	Tarbot
	Dwergtong
	Tongschar
	Schurftvis
pelagisch	Haring
	Sprot
	Horsmakreel
	Spiering
rondvis	Zeebaars
	Kabeljauw
	Wijting
	Steenbolk
zandspieringachtigen	Zandspiering
	Smelt
rest	Botervis
	Dwergbolk
	Grauwe poon
	Grondel
	Harnasmannetje
	Kleine pieterman
	Mul
	Pitvis
	Puitaal
	Rode poon
	Slakdolf
	Vierdradige meun
	Vijfdradige meun
	Zeedonderpad

I.3.2.1. DFS survey najaar 2002

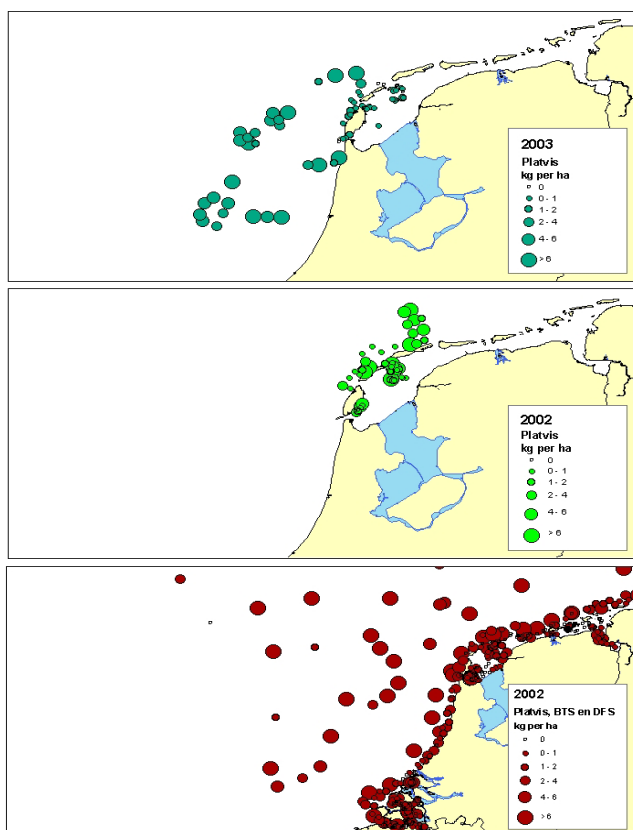
De meest voorkomende soorten tijdens de DFS survey op gewichtsbasis zijn wijting, schol en bot (Fig. 15). Op aantalsbasis zijn dat grondel, schol, wijting en haring.

In de Waddenzee zijn vergeleken met de Noordzee lage aantallen van alle soortgroepen gevangen (Fig. 16 t/m 19). Alleen zandspieringen worden in de Waddenzee meer gevangen. Deze komen vooral in de zeegaten en aan de Noordzeekust van Texel voor. De hoogste dichtheden platvis worden gevangen aan de Noordzee zijde van de eilanden waarbij schar het meest algemeen is (Fig. 16). Langs de Noord-Hollandse kust zijn de dichtheden beduidend lager. Wanneer alleen de grotere platvis (>10cm) bekeken wordt komen de hoogste dichtheden voor de

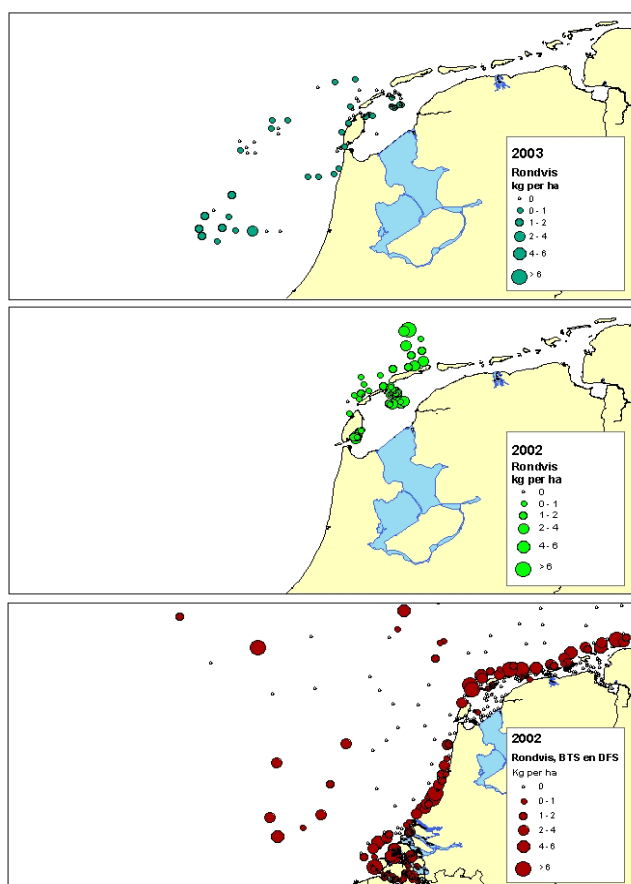
kust van Texel, Terschelling en Ameland voor. In de Waddenzee zelf komt platvis in lage dichtheden voor in de geulen rond Griend, langs de Friese kust bij Harlingen en ten noorden van het Balgzand. Pelagische soorten komen lokaal in lage dichtheden voor, voor de kust van Texel en voor de Zeeuwse en Zuid-Hollandse kust. Dit zijn echter bijna uitsluitend kleine haringen. De groep van de rondvissen bestaat voor het grootste deel uit wijtingen en bereikt ook de hoogste dichtheden aan de Noordzeekust van de eilanden (Fig. 17). Langs de Noord-Hollandse kust komen slechts lage dichtheden van met name kleine exemplaren voor. Van de restgroep wordt met name langs de Noordzeekust van de eilanden het meest gevangen, maar ook in de Waddenzee zelf en langs de Zuid-Hollandse kust (geen kaart). Pitvis, grondel, vijfdradige meun en zeedonderpad maken het grootste deel van de gevangen biomassa van de restgroep uit.



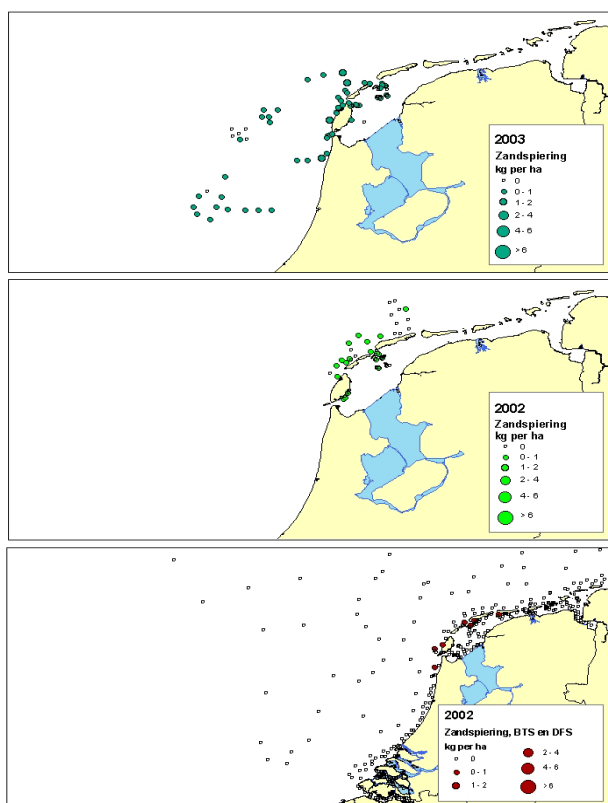
Figuur 15. Abundantie van soorten (op gewichtsbasis) in de DFS en BTS bemonstering in najaar 2002. De kleuren geven de verschillende soortgroepen aan. Zie voor indeling tabel 2.



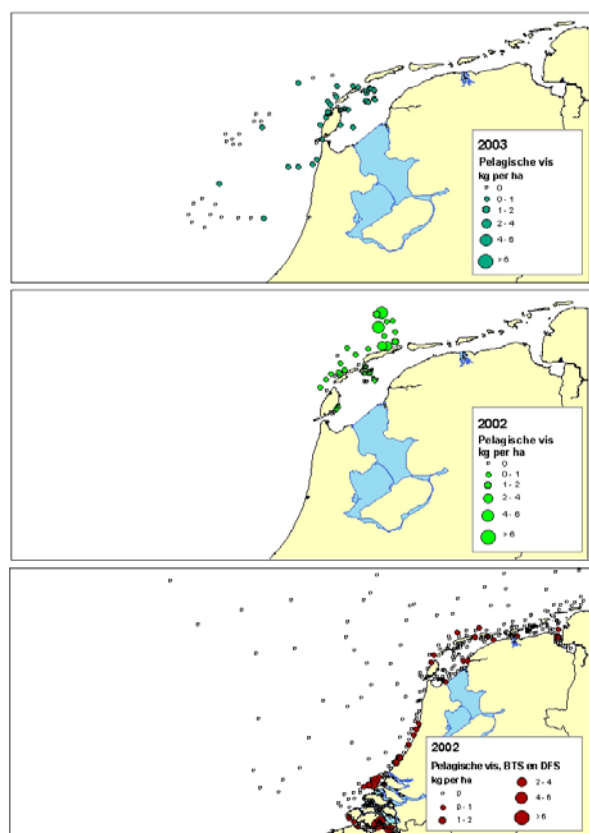
Figuur 16. Vangsten (kg/ha) van platvissoorten in de twee bemonsteringen op zeebondenlocaties in najaar 2002 en voorjaar 2003 en tijdens de DFS en BTS in najaar 2002.



Figuur 17. Vangsten (kg/ha) van rondvissoorten in de twee bemonsteringen op zeebondenlocaties in najaar 2002 en voorjaar 2003 en tijdens de DFS en BTS in najaar 2002.



Figuur 18. Vangsten (kg/ha) van zandspieringachtigen in de twee bemonsteringen op zeebondenlocaties in najaar 2002 en voorjaar 2003 en tijdens de DFS en BTS in najaar 2002.

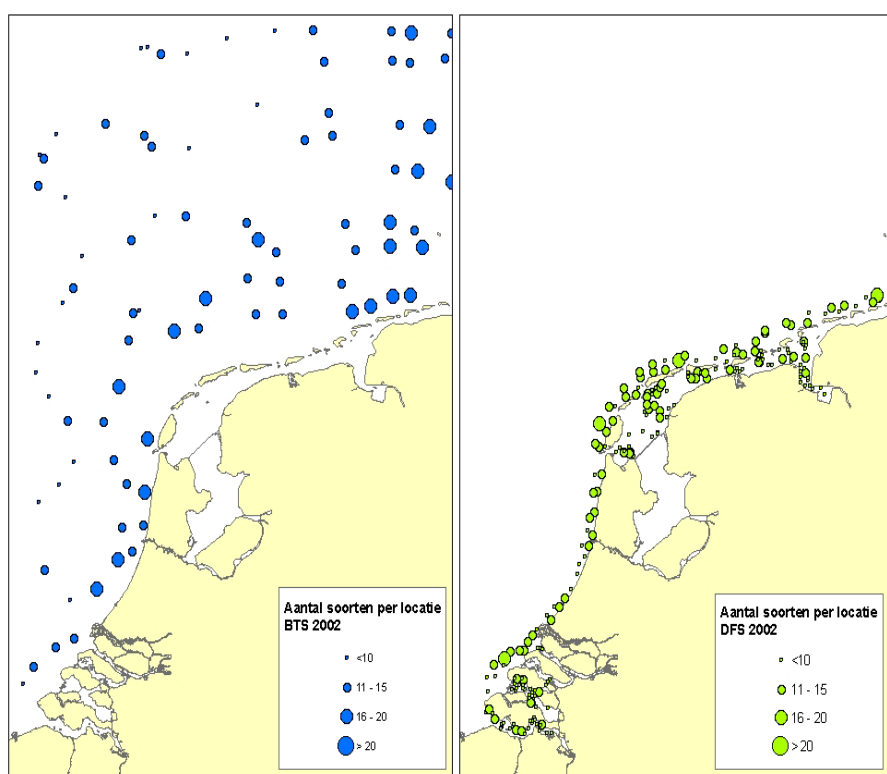


Figuur 19. Vangsten (kg/ha) van pelagische vissoorten in de twee bemonsteringen op zeebondenlocaties in najaar 2002 en voorjaar 2003 en tijdens de DFS en BTS in najaar 2002.

Aantal gevangen soorten per DFS locatie variëren tussen 1 en 18. De locaties aan de Noordzeekzijde van de Waddeneilanden zijn soortenrijker dan in de Waddenzee (Fig. 20). In de Waddenzee zijn de geulen rond Griend en ten Zuiden van Ameland het soortenrijkst.

I.3.2.2. BTS survey najaar 2002

De gegevens uit de BTS survey bestrijken een ruimer gebied dan de DFS survey. Door het gebruik van een vergelijkbaar vistuig zijn de resultaten direct vergelijkbaar met die uit de DFS survey.



Figuur 20. Aantal soorten per locatie in DFS en BTS survey in najaar 2002.

Ook in de BTS survey zijn platvissoorten de meest voorkomende soorten, waarvan de hoogste dichtheden in de relatief ondiepere wateren voorkomen (Fig. 16). Van het totaal gewicht aan platvis bestaat 51% uit schol, 40% uit schar, 5% uit tong 1% uit bot en 1% uit tarbot. Schol komt regelmatig verspreid voor, van dicht onder de kust tot verder de Noordzee op, ook als alleen naar de fractie > 10 cm gekeken wordt. Schar concentreert zich meer in de diepere zones, waarbij de hoogste dichtheden ten Noorden van de eilanden voorkomen. Ook bij deze soort vertonen de grotere individuen dezelfde verspreiding als het totaalbeeld. Bot en tong komen vooral langs de Noord-Hollandse kust voor en tong ook verder uit de kust ter hoogte van de Belgische kust (Fig. 16).

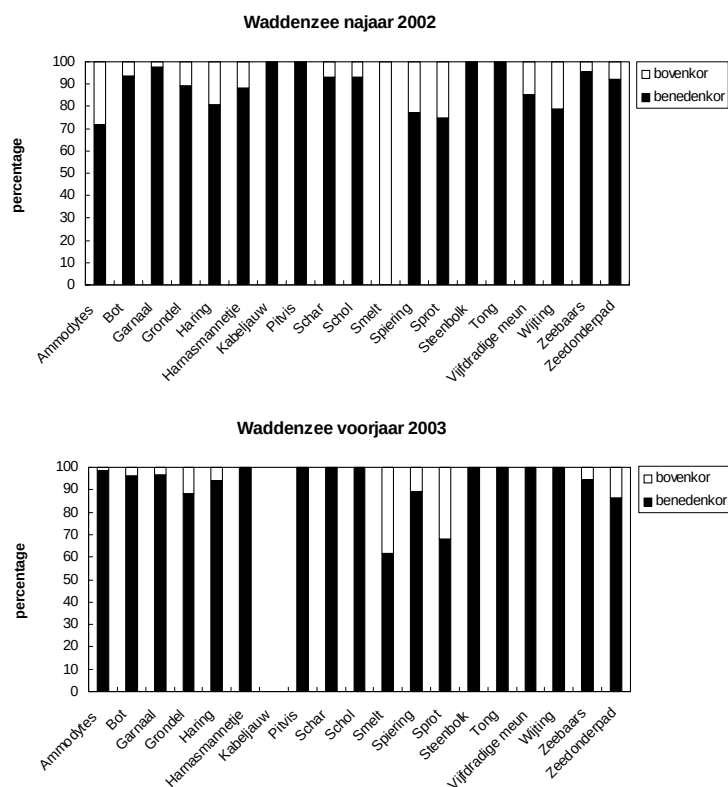
Pelagische soorten en zandspieringachtigen zijn in zeer lage aantallen gevangen (Fig. 18 en 19). Soorten in de groep van de rondvissen komen vooral verder uit de kust voor (Fig. 17). Van deze groep bestaat 75% uit wijting, 20% uit kabeljauw en 5% uit steenbolk. Soorten uit de restgroep houden zich vooral in het kustgebied en ten noorden van de eilanden op (geen figuur). De meest algemene soorten in deze groep zijn: pitvis (70%), harnasmannetje (15%), zeedonderpad (8%) en kleine pieterman (5%).

Aantal gevangen soorten per BTS locatie variëren tussen 7 en 21. De meest soortenrijke locaties bevinden zich relatief dicht onder de kust (Fig. 20). In dieper water komen relatief weinig soorten voor.

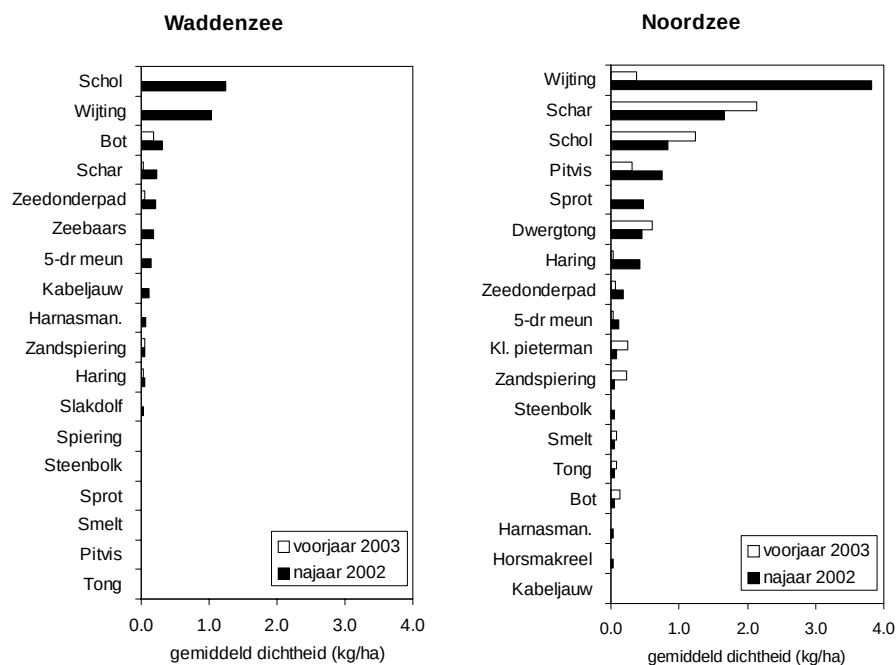
I.3.2.3. Locale bemonstering

In de locale bemonstering is gebruik gemaakt van een extra kor die bovenop de garnalenkor gemonteerd was, om zodoende de hoogte van de beviste waterkolom te verhogen (Fig. 4). In de analyse zijn beide vangsten afzonderlijk bekeken. Voor de meeste soorten waren de vangsten in de bovenkor erg laag vergeleken met die in de benedenkor (Fig. 21). Alleen de meer pelagische soorten zoals haringachtigen en zandspieringachtigen werden ook wel in de bovenkor gevangen. Behalve voor smelt waren de vangsten in de bovenkor voor alle soorten significant kleiner dan voor de benedenkor (log-lineaire regressies, $P < 0.05$). Daarom en om de getallen zo vergelijkbaar mogelijk te houden met de bemonsteringen op de Noordzee en de standaardbemonsteringen, zullen de vangsten in de bovenkor in de verdere analyse buiten beschouwing worden gelaten.

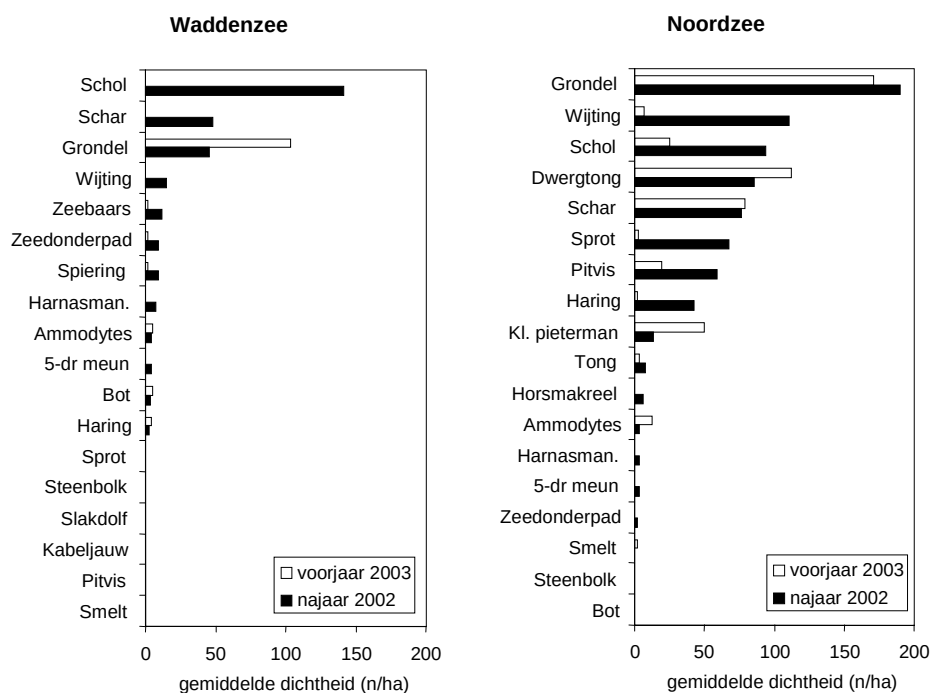
In de locale bemonsteringen zijn in de twee periodes (najaar 2002 en voorjaar 2003) niet dezelfde plekken bemonsterd. Uitgangspunt was om te monstern op plekken waar zeehonden zich bevonden. De meest voorkomende soorten (op gewichtsbasis) op de zeehondenlocaties waren wijting, schar en schol (Fig. 22). Daarbij lagen de vangsten in najaar 2002 zowel op de Noordzee als de Waddenzee aanzienlijk hoger dan in voorjaar 2003. Op aantalsbasis zijn grondels, wijting, tong, schol en schar de belangrijkste soorten (Fig. 23).



Figuur 21. Vergelijking vangsten tussen boven- en benedenkor. Weergegeven zijn gemiddelden over alle vangsten uitgedrukt als percentage van de totale vangst.



Figuur 22. Vergelijking soortsaamenstelling op gewichtsbasis.



Figuur 23. Vergelijking soortsamenstelling op aantalsbasis.

I.3.3. Analyse van visverspreiding

I.3.3.1. Locale bemonstering

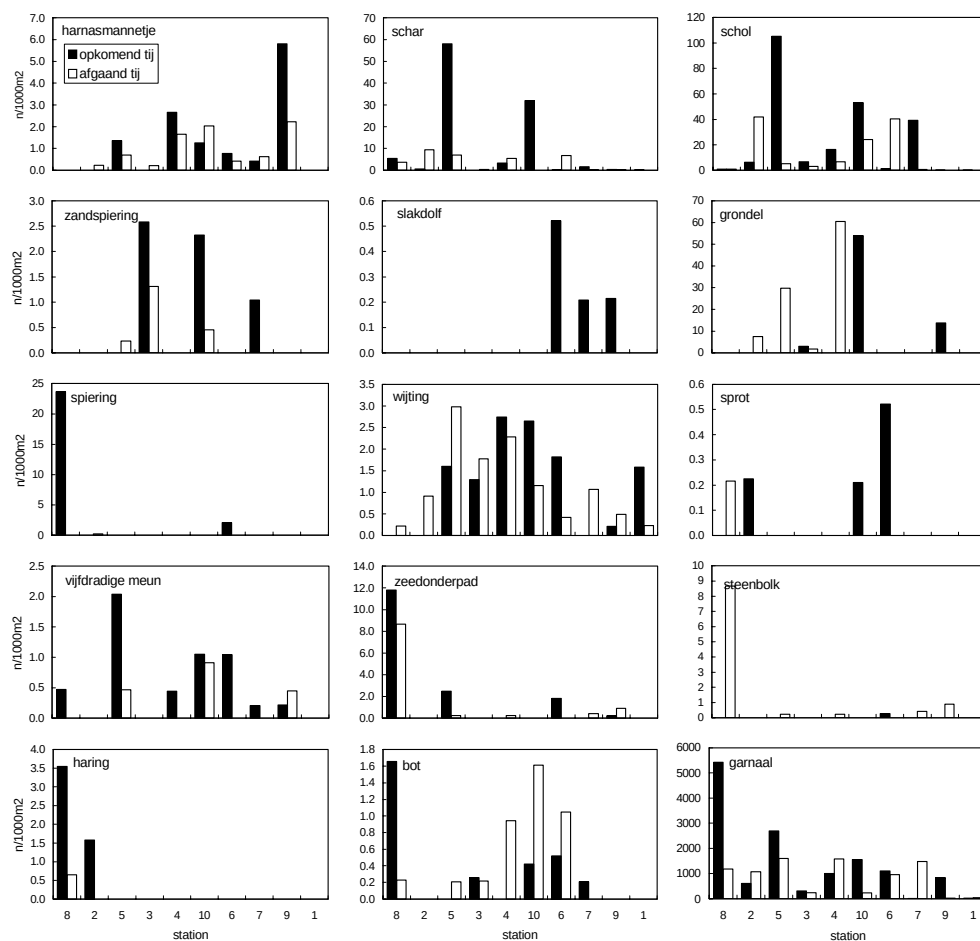
De dichtheden op gewichtsbasis zijn gebruikt om te analyseren in hoeverre er een effect van diepte is op de verspreiding van de verschillende soorten. Hiervoor is per soort een log-lineaire regressie uitgevoerd. Na correctie voor gebied (Noordzee vs Waddenzee) en seizoen (voorjaar vs najaar) is getest of diepte significant bijdroeg aan het model (Tabel 3). Voor dwergtong, horsmakreel, sprot, kabeljauw, smelt, kleine pieterman is een significant positief ($P < 0.05$) effect van diepte gevonden (grotere dichtheden op grotere diepte). Voor schol, tarbot, tong, spiering, wijting, zeebaars, garnaal, grondel, puitaal, vijfdradige meun en zeedonderpad werd een negatief effect gevonden: dichtheden zijn lager op grotere diepte.

Tabel 3. Resultaten van log-lineaire regressies van dichtheden (kg/ha) van de verschillende soorten. Na correctie voor gebieds- en seizoensverschillen is getest of er een significant effect van diepte op de dichtheid was. Alleen significante effecten zijn aangegeven. Tekens geven de richting van het effect aan: + = toename met diepte, - = afname met diepte, • = geen effect. WZ=Waddenzee, NZ=Noordzee.

Groep/Soort	Gebied	Seizoen	Waterdiepte
platvis			
bot	WZ>NZ	.	.
dwergtong	WZ<NZ	najaar>voorjaar	+
schar	WZ<NZ	.	.
schol	.	najaar>voorjaar	-
tarbot	.	.	-
tong	WZ<NZ	.	-
pelagische vis	.	.	.
haring	WZ<NZ	najaar>voorjaar	.
horsmakreel	WZ<NZ	najaar>voorjaar	+
spiering	WZ>NZ	.	-
Sprot	WZ<NZ	najaar>voorjaar	+
rondvis	.	.	.
kabeljauw	.	najaar>voorjaar	+
steenbolk	.	.	.
wijting	WZ<NZ	najaar>voorjaar	-
Zeebaars	.	.	-
zandspiering	.	.	.
smelt	WZ<NZ	voorjaar>najaar	+
zandspiering	WZ<NZ	voorjaar>najaar	-
garnaal			
Garnaal	WZ<NZ	najaar>voorjaar	-
overige soorten			
grondel	WZ<NZ	.	-
harnasmannetje	.	najaar>voorjaar	.
kleine pieterman	WZ<NZ	voorjaar>najaar	+
pitvis	WZ<NZ	.	.
putaal	WZ<NZ	voorjaar>najaar	-
slakdolf	WZ>NZ	.	.
vijfdradige meun	.	najaar>voorjaar	-
zeedonderpad	WZ>NZ	najaar>voorjaar	-

I.3.3.2. Vergelijking getijfasen bemonstering

Uit het veld zijn er geen aanwijzingen dat zeehonden bepaalde getijfasen selecteren om te gaan foerageren. Toch zou het zo kunnen zijn dat de aanwezigheid van vis afhangt van de getijfasen. Van (met name 0 groep en 1 groep) platvis is bekend dat ze met hoogwater de platen optrekken om voedsel te zoeken en met afgaand water de geulen weer opzoeken (Hovenkamp & van der Veer, 1993).



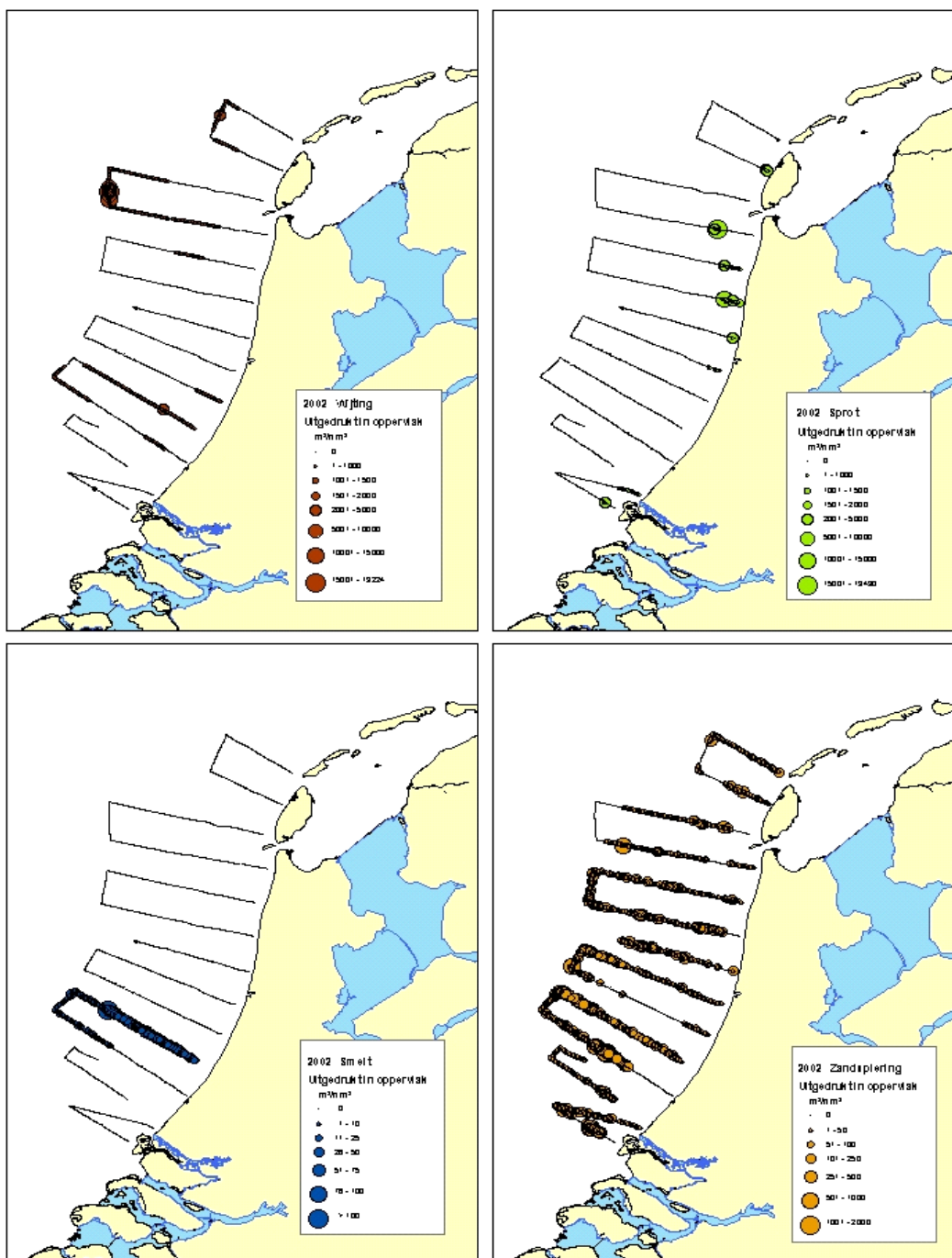
Figuur 24. Vangsten tijdens opkomend en afgaand tij. Op elk station is telkens met opgaand en afgaand water bemonsterd.

De vangsten in een serie trekken die zowel met opgaand als afgaand water (in duplo) zijn uitgevoerd zijn paarsgewijs vergeleken (Fig. 26) en getoetst in een log-lineair regressiemodel. Voor 10 van de 14 soorten, die op voldoende plekken gevangen waren om dit te kunnen testen, is geen verschil in vangst gevonden, ($P > 0.05$). Voor de overige vier soorten (haring, spiering, vijfdradige meun en zandspiëring) waren de vangsten hoger tijdens opkomend tij dan tijdens afgaand tij. Vooralsnog lijkt er dus weinig reden aan te nemen dat de voedselsituatie grote verschillen vertoont tussen getijfasen. Dat sluit echter niet uit dat zich tijdens bepaalde getijfasen 'hotspots' ontwikkelen op plekken waar de combinatie van stroming en diepte gunstige omstandigheden scheppen voor vissen.

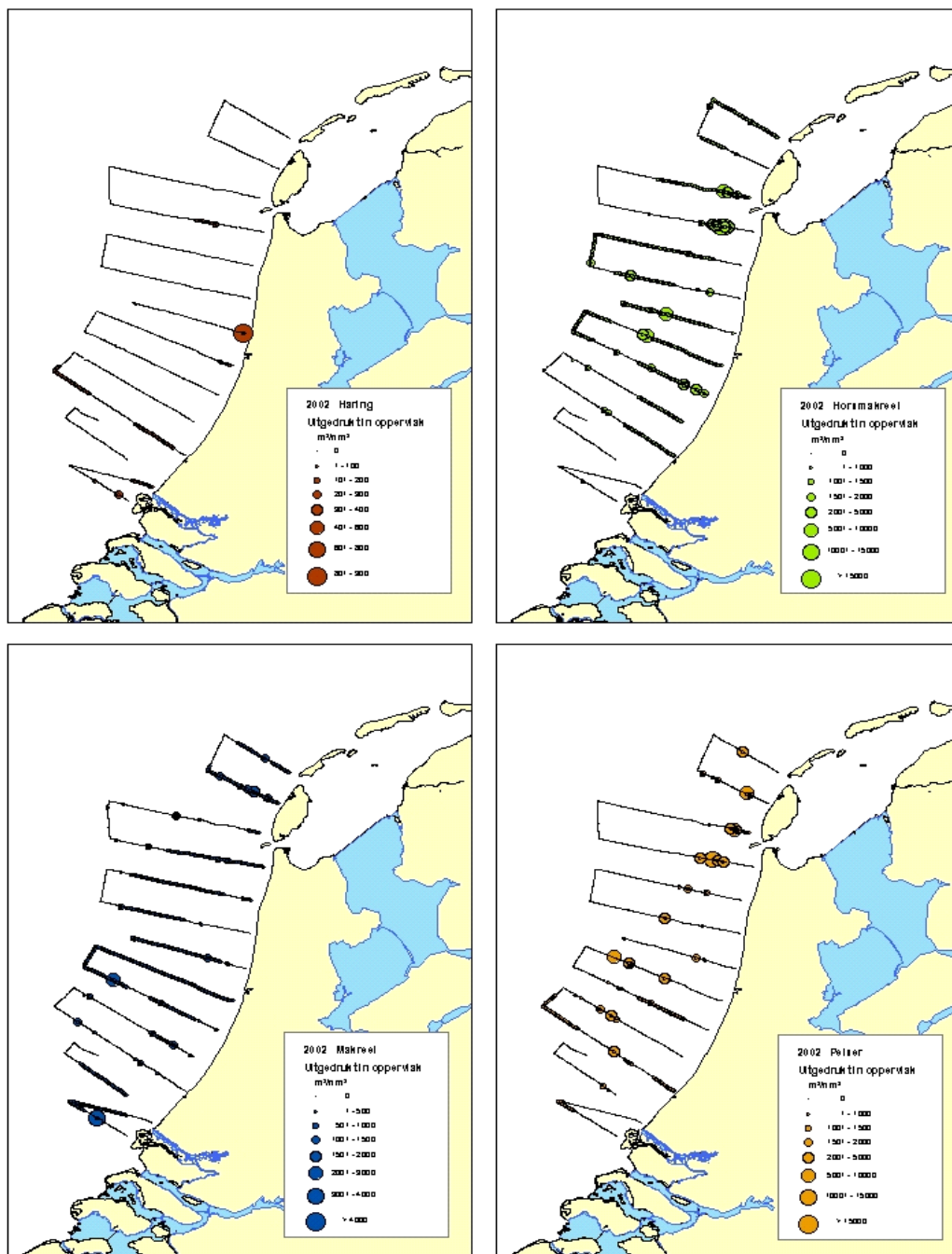
I.3.3.3. Verspreiding pelagische vis kustzone

De standaardsurveys zijn niet geschikt voor het vangen van pelagische soorten. De akoestische surveys zoals uitgevoerd voor het onderzoek naar het eiland in zee (Grift et al. 2003) geven echter wel een goed overzicht van de pelagische visfauna in juni 2002.

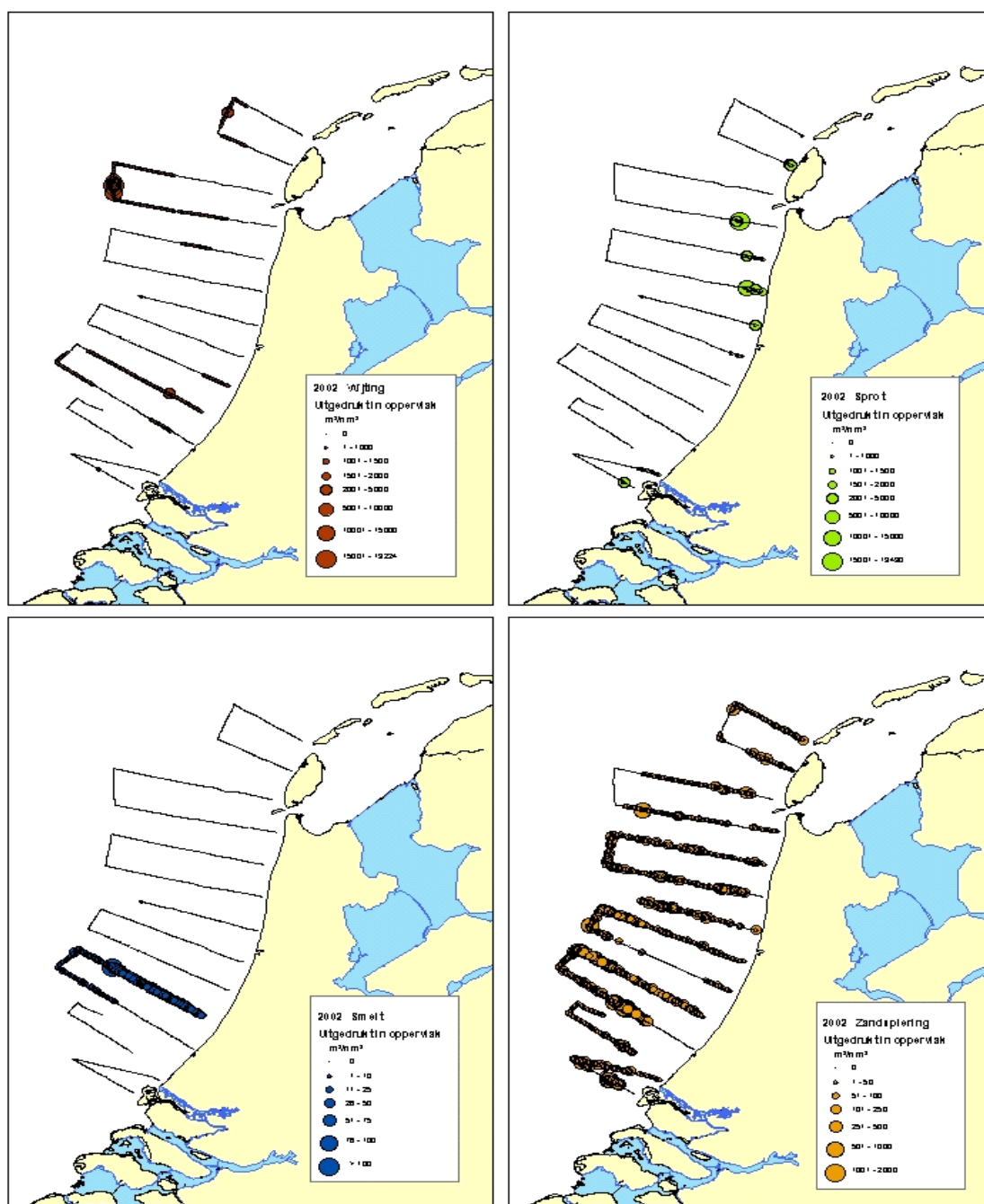
Kleine pelagische vis, zoals sprot, ansjovis en jonge haring komt voornamelijk vlak langs de kust voor (Fig. 25 t/m 27). Een mogelijke verklaring is dat ze de beschutting opzoeken van het troebele water in de kusttrivier. Grotere pelagische vis, met typische zichtjagers als horsmakreel en makreel, is meer egaal over het gebied verspreid. Voor deze soorten lijkt geen relatie met waterdiepte te bestaan. De grotere exemplaren van de soorten zijn echter juist vlakbij de kust te vinden. Mogelijk hebben deze het voorzien op de kleine vis die zich op het grensvlak van troebel en helder water bevindt. Van zandspiering zijn zeer grote aantallen aangetroffen. Zandspiering van wat grotere afmetingen werd wat verder van de kust aangetroffen. In het troebele water vlak bij het strand werd alleen kleine zandspiering waargenomen.



Figuur 25. Voorkomen van ansjovis, haring en borsmakreel in langs de Hollandse kust in juni 2002. De dichtheden zijn weergegeven in m^2/nm^2 .



Figuur 26. Voorkomen van makreel, pelser en smelt in langs de Hollandse kust in juni 2002. De dichtheden zijn weergegeven in m^2/nm^2 .

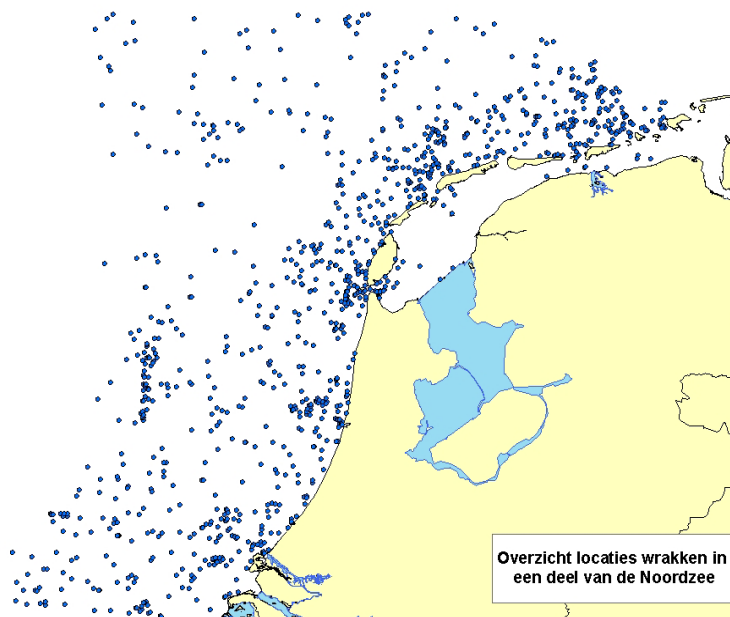


Figuur 27. Voorkomen van sprot, wijting en zandspiering in langs de Hollandse kust in juni 2002. De dichtheden zijn weergegeven m^2/nm^2 .

I.3.3.4. Verspreiding van wrakken

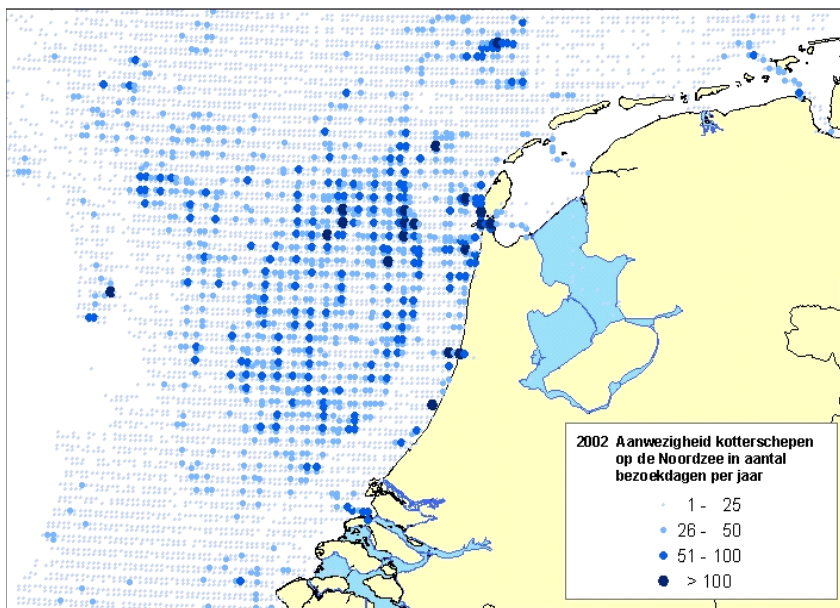
De verspreiding van wrakken laat zien dat er een aantal hotspots zijn waar veel wrakken bij elkaar liggen (Fig. 8). Dergelijke concentraties liggen in de zeegaten tussen de eilanden, dicht onder de kust voor de monding van de Nieuwe Waterweg en voor de monding van het Noordzeekanaal. Eén concentratie ligt verder uit de kust, ter hoogte van IJmuiden, ca 90-100 km uit de kust. Ook ten noorden van de eilanden liggen relatief veel wrakken.

De staat waarin de wrakken verkeren kan variëren. Zo kunnen er volledig vervallen wrakken en recent gezonken schepen tussen zitten. De aantrekkelijkheid van een wrak voor vissen zal afhangen van de hoeveelheid schuilmogelijkheden die een wrak biedt. In de Noordzee zijn een aantal wrakkenvissers actief. Deze vangen met staande netten bij wrakken. De keuze van wrakken die door deze vissers gebruikt worden, zou een indicatie kunnen geven voor de visrijkdom bij deze wrakken. Wrakkenvissers zijn over het algemeen echter terughoudend in het prijsgeven van hun vislocaties. Een afspiegeling van goede vislocaties zijn mogelijk ook de wrakken die aantrekkelijk zijn voor duikers (Fig. 28).



Figuur 28. Verspreiding van wrakken interessant voor duikers in de Noordzee. Verspreiding van wrakken (t/m 2003) in de Noordzee (bron: Koninklijke Marine).

In de verspreiding van kotters en eurokotters is de scholbox duidelijk herkenbaar (Fig. 29). Ook in de 12 mijlszone wordt weinig gevist, alleen eurokotters vissen hier. De meest visactiviteit vindt plaats voor de Hollandse kust in het gebied van 20-30 m diep tussen de 12 mijlszone en 50 mijl uit de kust. Ten westen daarvan neemt de activiteit af. Aan de noordzijde van de scholbox (ten noorden van de eilanden) vindt ook visserijactiviteit plaats, maar minder intensief dan voor de Hollandse kust.



Figuur 29. Verspreiding van vissende kotters en eurokotters in 2002. Alleen posities van kotters die daadwerkelijk aan het vissen waren zijn weergegeven. De gegevens zijn in een grid van 1×1 nm (1' min lengtegraad × 2' min breedtegraad) weergegeven. Getallen geven de bezoekenintensiteit weer).

I.3.3.5. IBTS survey: seizoensvariatie in verspreiding

De verspreiding per kwartaal van een aantal commerciële soorten (kabeljauw, makreel, haring, sprong, wijting) en de groepen niet-commerciële demersale (alles behalve schol) en pelagische soorten (alles behalve kabeljauw, makreel, haring, sprong, wijting, kever, koolvis en schelvis) wordt gegeven in de figuren 30 t/m 36. Voor alle soorten zijn alleen de gegevens van de 2-groep gepresenteerd. Over het algemeen laten die eenzelfde patroon zien als de oudere jaarklassen. Voor zandspiering en schol zijn geen gegevens beschikbaar, omdat deze slecht gevangen worden met het IBTS tuig. In de beschrijving van (seizoens-)patronen zal de nadruk gelegd worden op de kustzone, omdat de gezenderde zeehonden zich vooral in dit gebied ophielden.

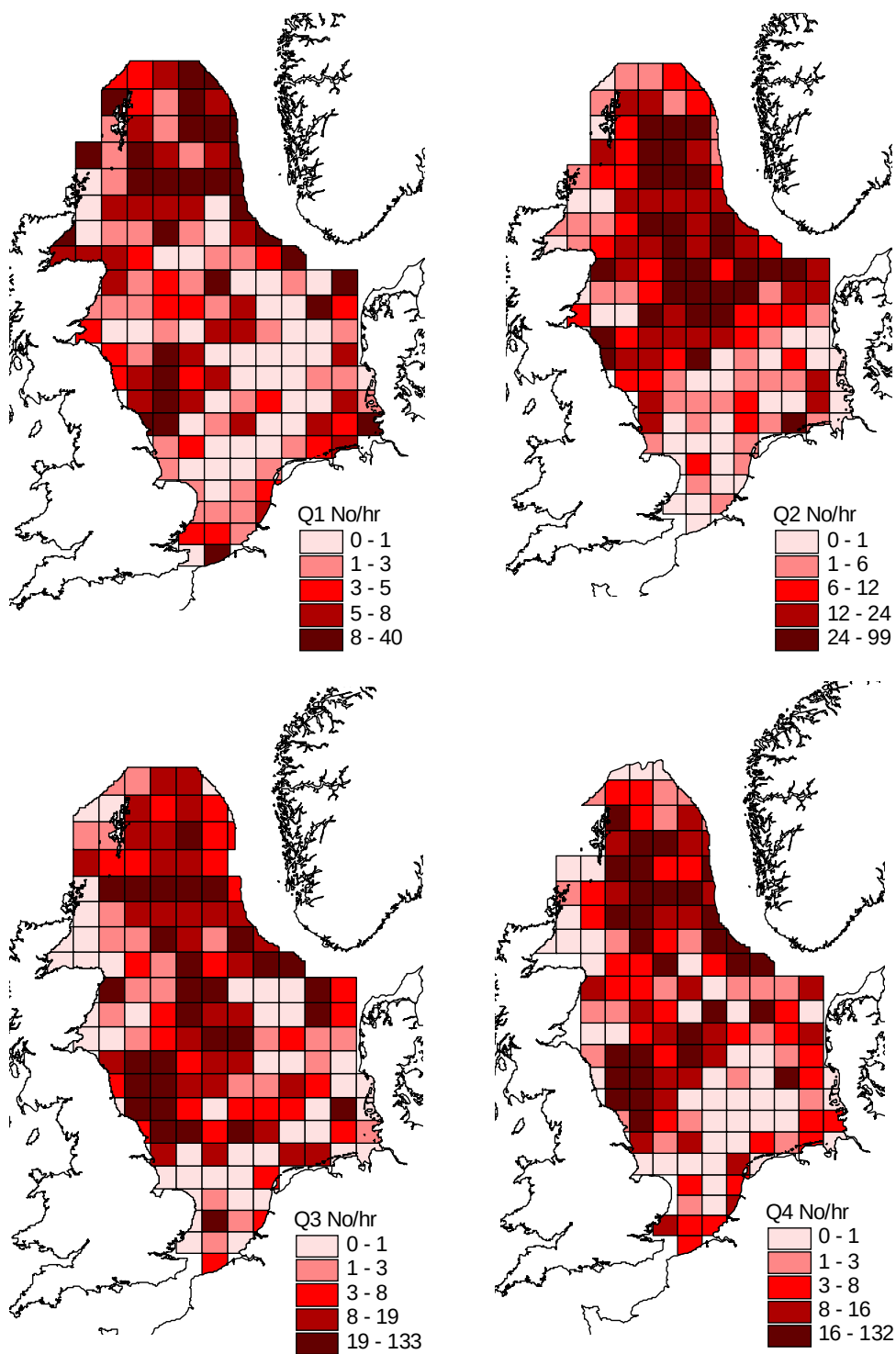
Kabeljauw komt relatief weinig dicht bij de kust voor (Fig. 30). Dit geldt met name voor de eerste twee kwartalen. Vanaf de zomer nemen de aantallen voor de Nederlandse kust iets toe. Grotere aantallen houden zich echter gedurende het hele jaar verder noordelijk en langs de Britse kust op. Haring is met name in het winterhalfjaar (eerste en vierde kwartaal) in de kustzone aanwezig en komt weinig voor aan de oostelijke kant van de Nederlandse waddeneilanden en langs de Duitse en Deense kust (Fig. 31), een patroon dat nog duidelijker is voor de andere leeftijdsgroepen (Piet et al., 2003). In het tweede en vooral het derde kwartaal zijn de dichtheden langs de kust erg laag. In het eerste kwartaal komt er nauwelijks makreel voor in de kustzone (Fig. 32). In de andere drie kwartalen zijn de dichtheden in het Nederlandse kustgebied juist het hoogst. Sprong vertoont weinig seizoensvariatie in de verspreiding (Fig. 33). Het hele jaar door houden de grootste dichtheden zich op in de Zuidelijke Noordzee. In het eerste kwartaal zijn de dichtheden overal veel lager

dan in de overige kwartalen. In het winterhalfjaar bevindt de meeste wijting zich in de kustzone (Fig. 34). Ten noorden en westen daarvan, op de Centrale Oestergronden en de Klaverbank worden in deze periode echter nauwelijks wijtingen gevangen. Hoge dichtheden worden pas weer voor de Engelse en Schotse kust aangetroffen. In het zomerhalfjaar is de verspreiding van wijting veel uniformer: de dichtheden vertonen weinig variatie in deze periode. De niet-commerciële demersale soorten bereiken gedurende het hele jaar de hoogste dichtheden in de kustzone (Fig. 35). De niet-commerciële pelagische soorten concentreren zich ook vooral in de Zuidelijke Noordzee en de kustzone (Fig. 36). In het eerste kwartaal zijn de dichtheden erg laag vergeleken met de andere kwartalen.

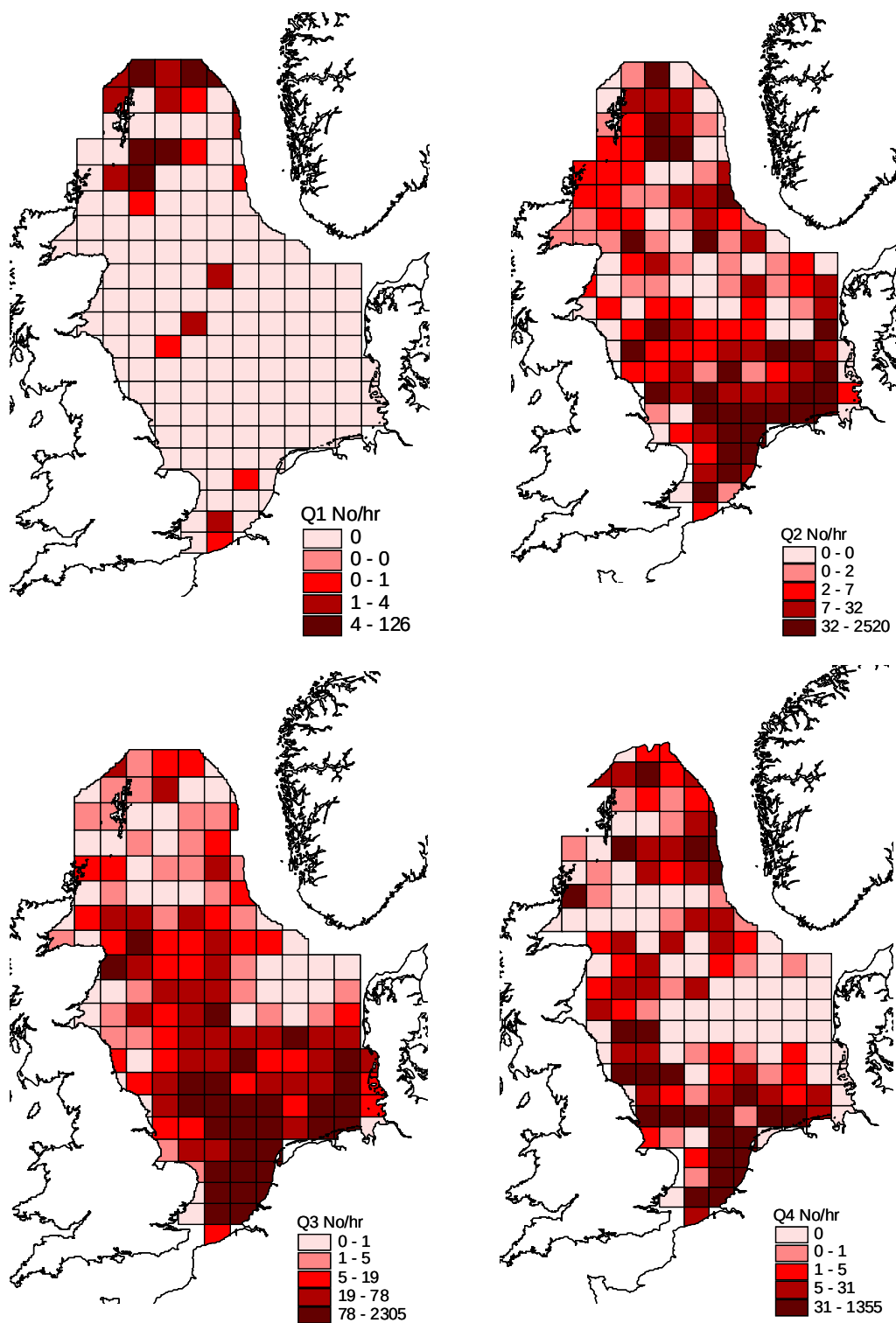
In het algemeen is de visdichtheid in het eerste kwartaal het laagst (Tabel 4). In het vierde kwartaal komen alle soorten voor in het gebied dat door de gezenderde zeehonden gebruikt werd.

Tabel 4. Samenvatting van seizoenspatronen in verspreiding in de Nederlandse kustzone. - =afwezig, +/- = aanwezig in lage dichtheden, +=aanwezig in hoge dichtheden.

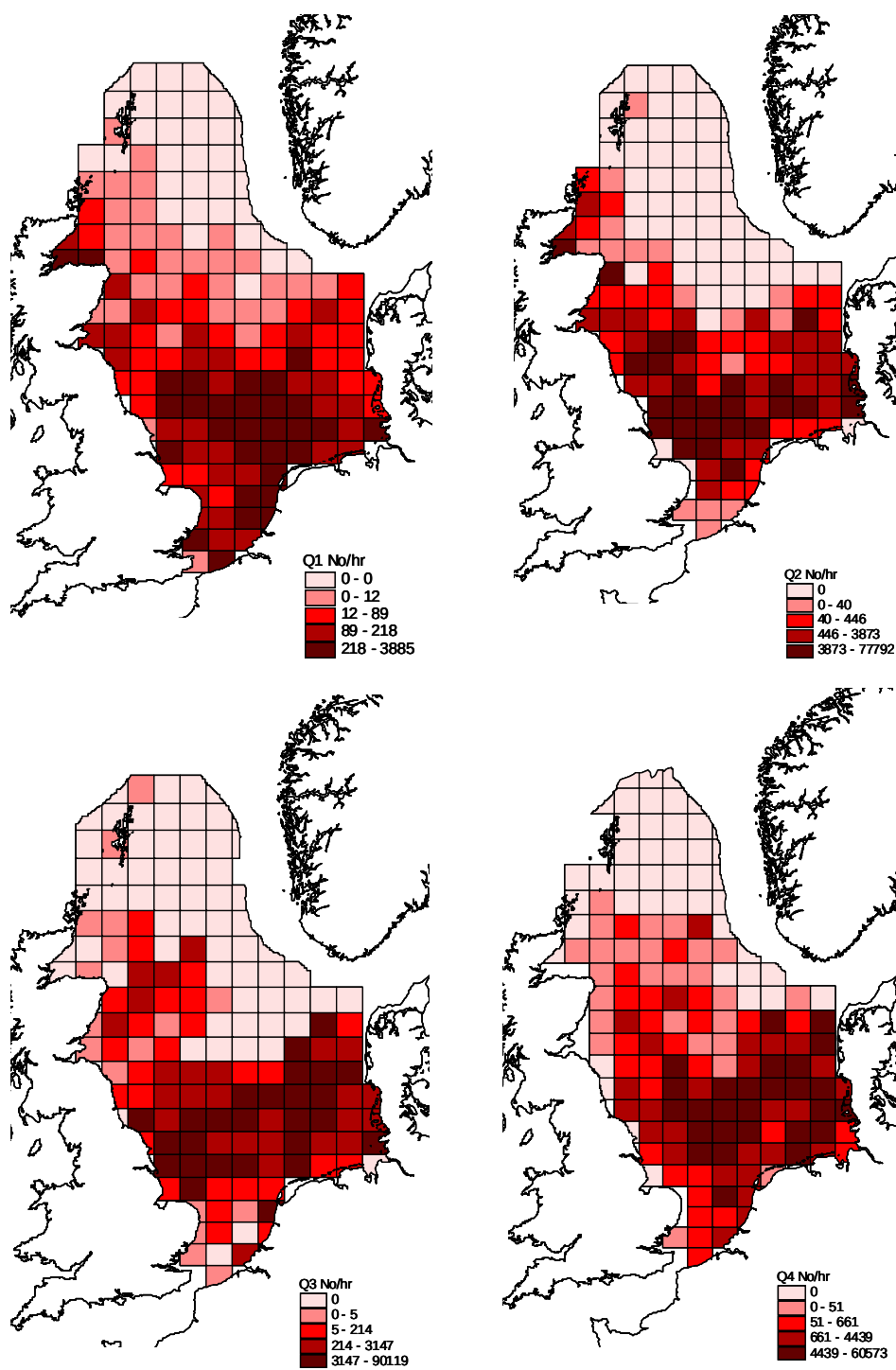
Soort	Kwartaal			
	1	2	3	4
kabeljauw	-	-	+/-	+
haring	+	+/-	-	+
makreel	-	+	+	+
sprot	+/-	+	+	+
wijting	+	+	+	+
niet-commercieel	+	+	+	+
demersaal				
niet-commercieel	+/-	+	+	+
pelagisch				



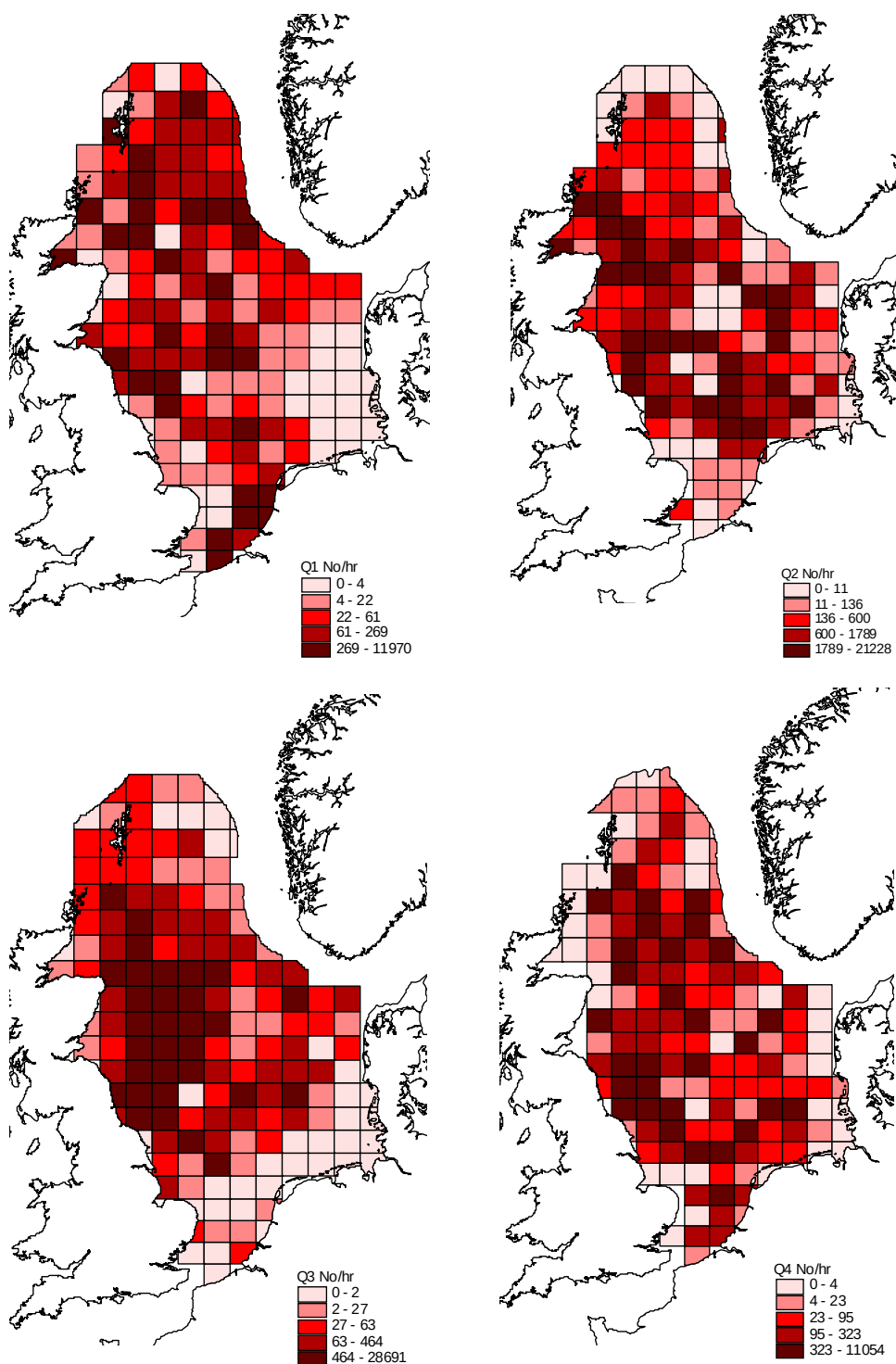
Figuur 30. Verspreiding van kabeljaan (2 groep) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant. Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtbeden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.



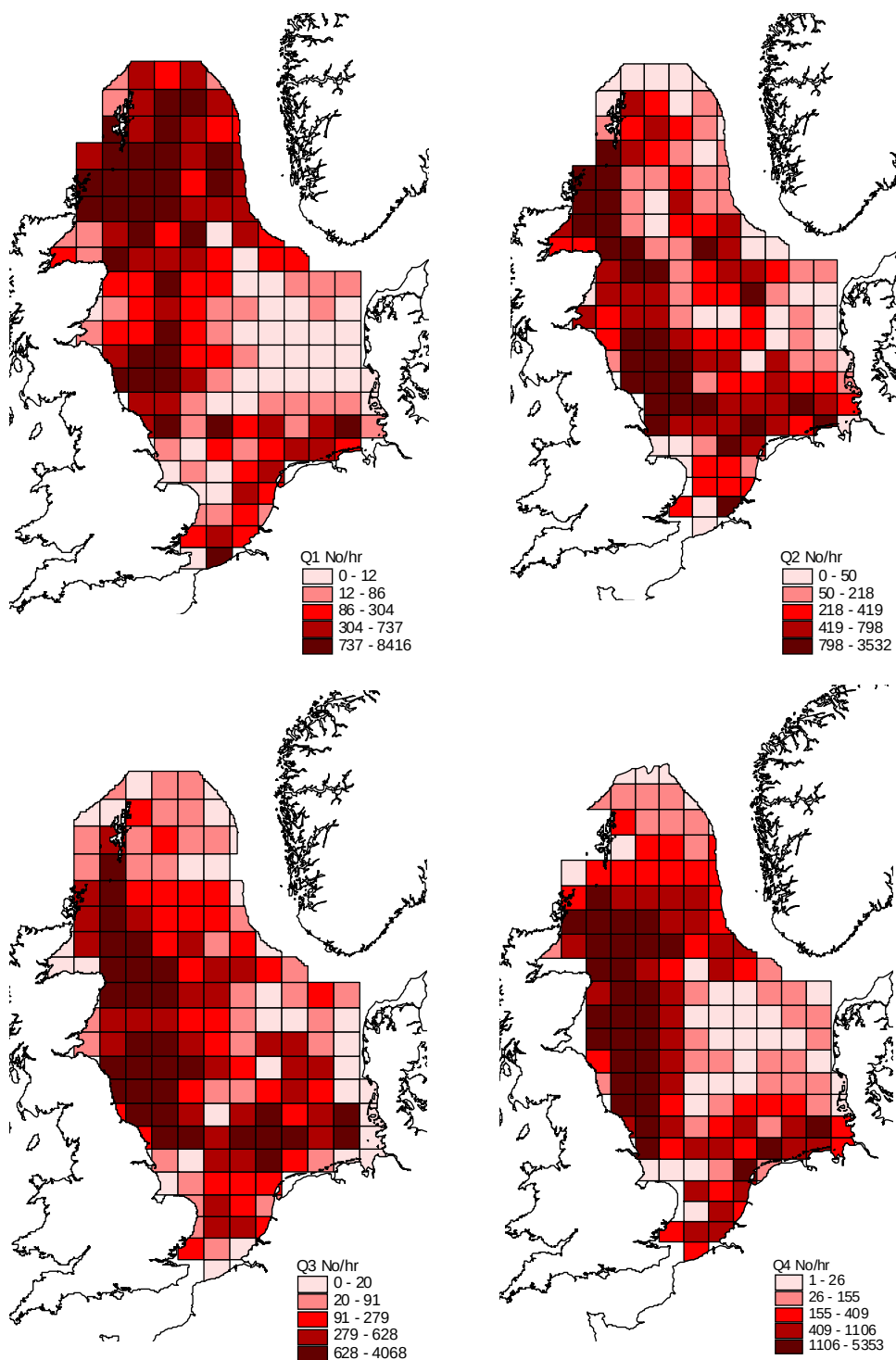
Figuur 31. Verspreiding van makreel (2 groep) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant. Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtheden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.



Figuur 32. Verspreiding van sprot (2 groep) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant. Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtheden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.



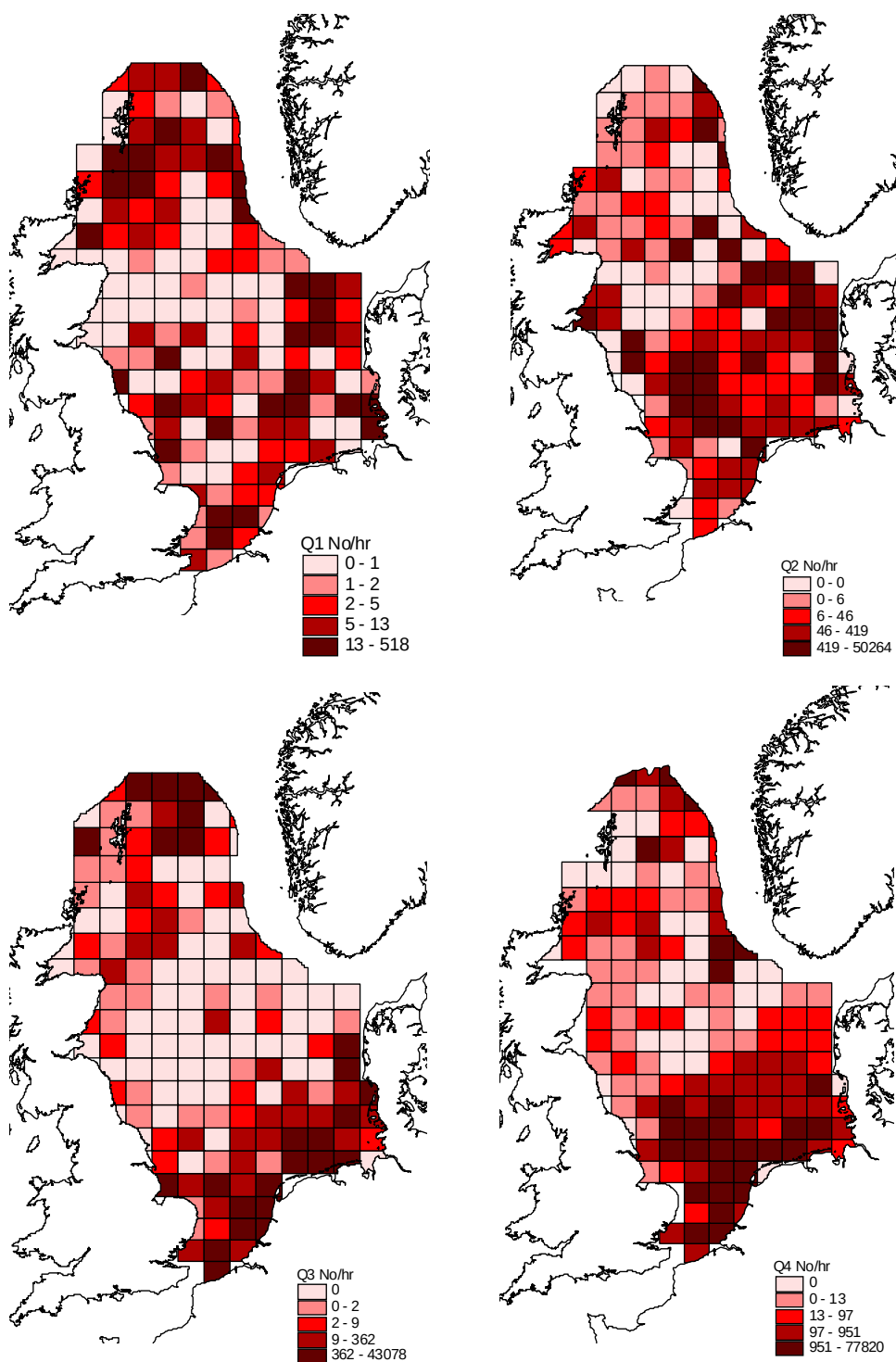
Figuur 33. Verspreiding van haring (2 groep) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant. Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtbeden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.



Figuur 34. Verspreiding van wijting (2 groep) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant. Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtheden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.



Figuur 35. Verspreiding van niet commerciële demersale soorten (10-20 cm, alles behalve schol) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant; Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtheden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.

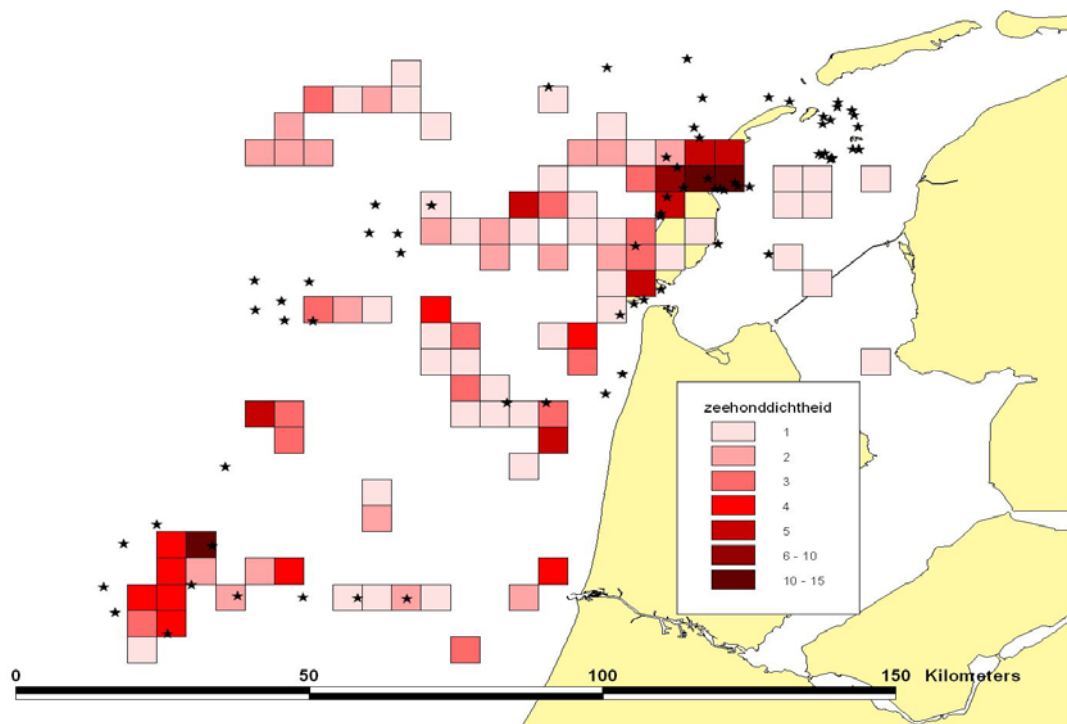


Figuur 36. Verspreiding van niet commerciële pelagische soorten (10-20 cm) in de Noordzee gebaseerd op IBTS gegevens (1991-1996). Gegevens zijn gemiddeld per ICES kwadrant. Q1: eerste kwartaal; Q2: tweede kwartaal; Q3: derde kwartaal; Q4: vierde kwartaal. Dichtheden zijn gegeven in aantallen per uur vissen.

I.3.4. Vergelijking ‘zeehonden locaties’ met overige gebieden

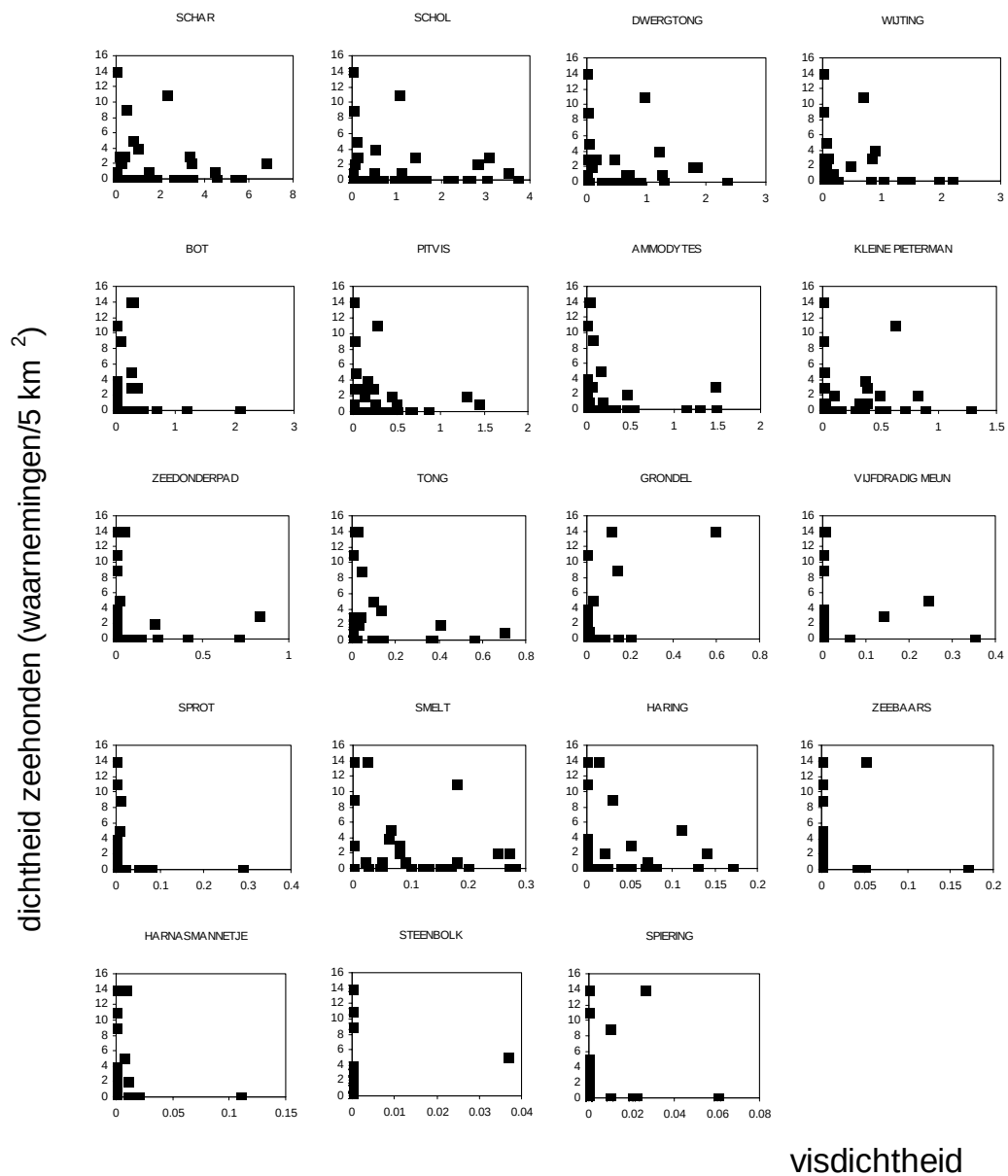
I.3.4.1 Koppeling verspreiding foeragerende zeehonden en visverspreiding

De meeste monitoring van vissen langs de kustwateren (BST en DFS) worden jaarlijks in het najaar uitgevoerd. Ideaal was geweest om in deze periode data voor gezenderde zeehonden te verzamelen. Vertraging in 2002 door de virusepidemie en vervolgens het disfunctioneren van de zenders resulteerde erin dat we pas vanaf de late winter (februari 2003) zeehondendata hebben kunnen verzamelen. Hierdoor overlapt alleen de visbemonstering die in het kader van dit project is uitgevoerd (week 13) met de zeehonden data. Figuur 37 geeft weer waar de zeehonden in week 12-14 tijdens de visbemonstering waren (met een resolutie van blokken van 5x5 km). Ook worden hier de vismonsterpunten gegeven.



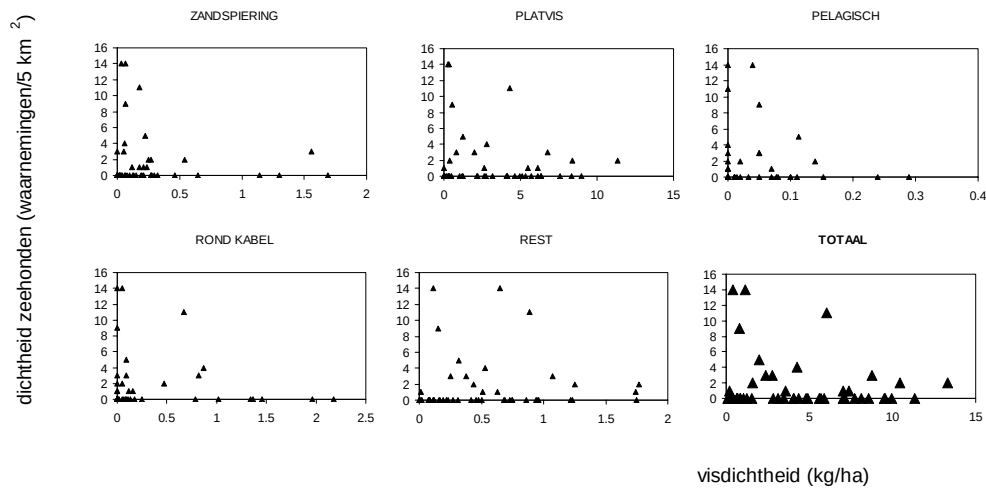
Figuur 37. Overlap van vismonsterpunten in week 13, en zeehondenverspreiding in week 12 tm 14, 2003. Zeehondendichtheid is uitgedrukt als aantal waarnemingen van foeragerende zeehonden per 25km², locatie van monsterpunten zijn als sterren weergegeven.

Figuur 38 geeft de relatie weer tussen de zeehondendichtheid en de visdichtheid. Regressieanalyse geeft aan dat alleen grondeldichtheid significant gecorreleerd is met zeehondendichtheden de dichtheid van de harnasmannetjes een significante relatie hebben ($p=0.003$). Hierbij gaat het om zeer lage dichtheden vis: respectievelijk 600 gr/ha, en het verband lijkt vooral afhankelijk te zijn van één punt. Ook wanneer de vissen gegroepeerd worden zoals in tabel 2 (hfdst. 3.2) is er geen significant verband (Fig. 39).

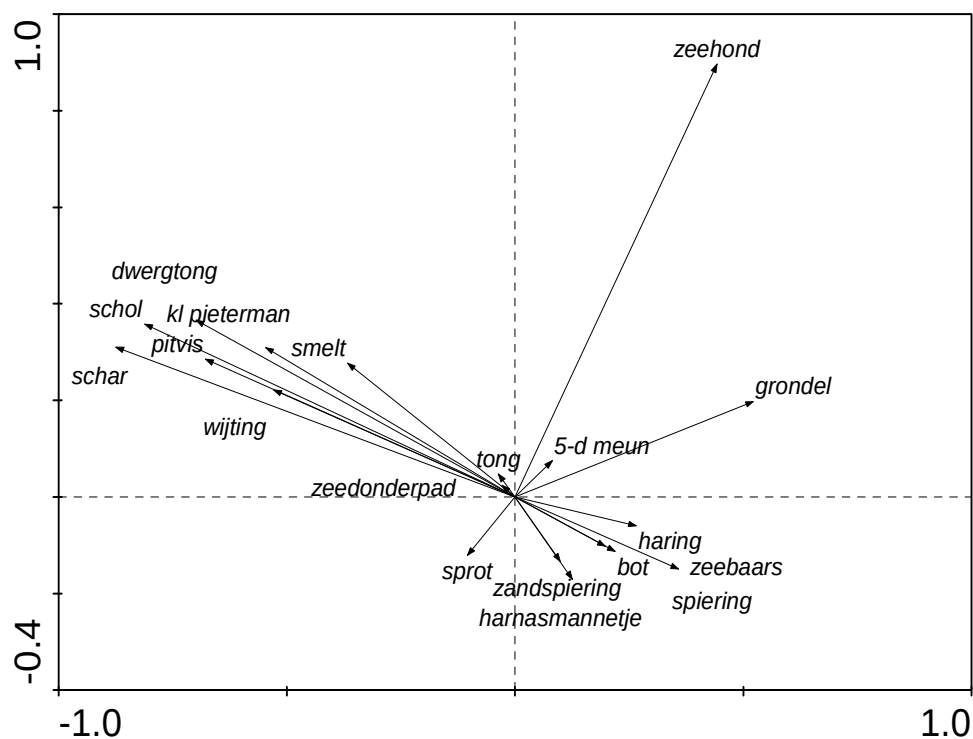


Figuur 38. Relatie tussen de zeehonden dichtheid en de visdichtheid voor de verschillende soorten vis.

Er werd ook een Principale Componenten Analyse (PCA; Jongman & Ter Braak, 1995) uitgevoerd. De eerste twee assen van de PCA analyse verklaren samen 77% van de variatie in de dichtheden. Uit de analyse (Fig. 42) blijkt dat er geen verband is tussen de verspreiding van zeehonden en de verschillende vissoorten.



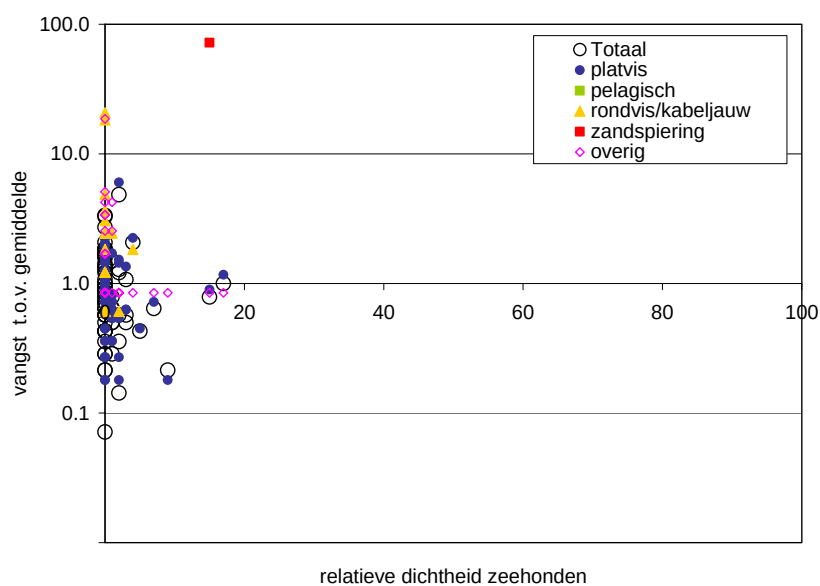
Figuur 39. Relatie tussen de zeehondendichtheid ($n/25\text{km}^2$) en de visdichtheid (kg/ha) voor de verschillende soorten groepen vis en de totale biomassa.



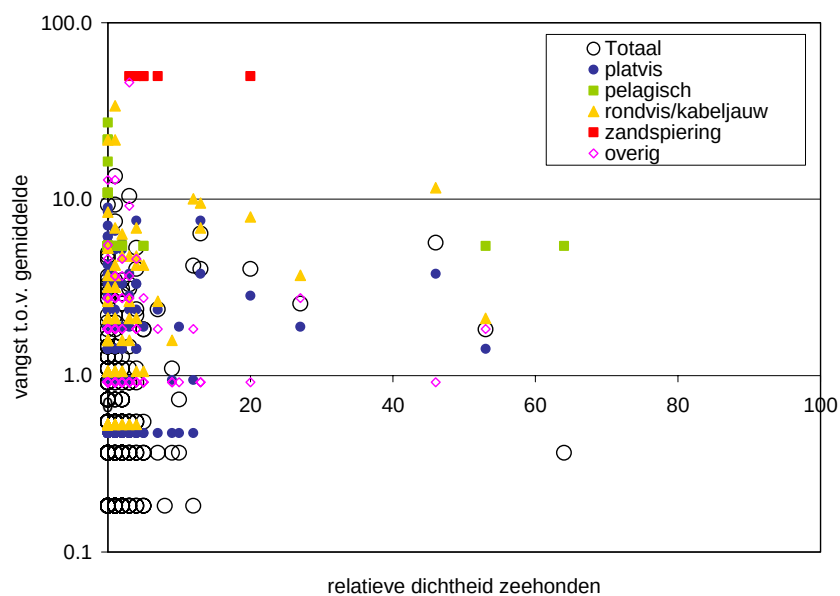
Figuur 40. Grafische weergave van de PCA analyse van de combinatie van vis- en zeehondendichtheden.

Wanneer naar grootschaligere bemonstering gekeken wordt (DFS, BTS) is men genoodzaakt af te stappen van directe temporele overlap. Alleen zeer sterke verbanden zouden hier kunnen worden gevonden; het betreft bijvoorbeeld vissoorten die weinig trekken of indirecte verbanden waarbij de zeehonden naar

bepaalde vaste gebieden trekken, onafhankelijk van de vismigraties. In het laatste geval verwacht men overlap met gesommeerde visdichtheden.



Figuur 41. Vergelijking van de vangst uitgedrukt als fractie van het gemiddelde in de BTS survey met de relatieve dichtheid foeragerende zeehonden.



Figuur 42. Vergelijking van de vangst uitgedrukt als fractie van het gemiddelde in de DFS survey met de relatieve dichtheid zeehonden.

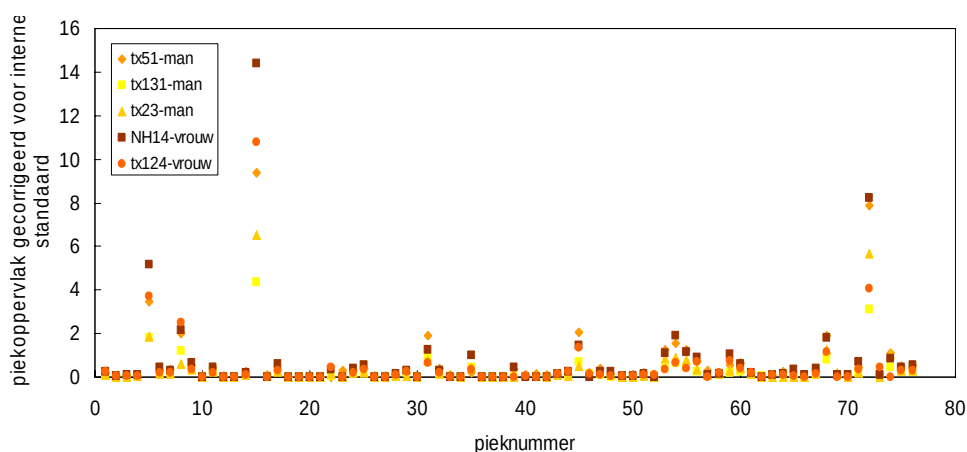
Ondanks het relatief dichte meetnet van de BTS en de DFS is de overlap tussen de zeehondenverspreiding en visbemonsteringspunten relatief gering. Dit geldt met name voor de BTS-punten waarvan er geen enkel valt in een gebied met hoge zeehondendichtheden (Fig. 41). Voor de DFS zijn wel een aantal punten die hier binnen vallen (Fig. 42). Voor plekken met een relatieve dichtheid van >50 , valt op dat in beide gevallen de pelagische vis bovengemiddeld hoog is (meer dan 10x) en in mindere mate de 'rest vis'. Voor de DFS, die in een ander jaargetijde is uitgevoerd, is er bovengemiddeld veel platvis gevangen.

De akoestische surveys voor de pelagische vis laten ook geen relatie zien met de verspreiding van de zeehonden.

I.3.4.2. Prooikeuze

Vetzuuranalyses

Met de analysemethode voor vetzuursamenstelling is in 2003 een begin gemaakt. Aan de hand van vijf monsters van dode zeehonden (slachtoffers van de epidemie uit 2002) is een methode ontwikkeld die streefde naar een maximaal aantal gescheiden vetzuurpieken (ook die in lage concentratie voorkomen) om mogelijke verschillen goed waar te kunnen nemen. Van een aantal vetzuren verschillen de concentraties tussen de individuele dieren (Fig. 43). Dit geeft aan dat de aantalsverhouding van verschillende vissoorten in het dieet van de vijf dieren verschillend is geweest. Voor verscheidene vetzuren waaronder een aantal lange, onverzadigde, verschillen de onderlinge concentraties. Zoals te zien in de figuur zijn veel piekoppervlakken van hetzelfde niveau. Dit wil zeggen dat deze vetzuren in de verschillende zeehonden in een vergelijkbare concentratie voorkomen. Een paar vetzuren verschillen echter zeer sterk van niveau (b.v. piek 15 en 72), hetgeen kan duiden op een afwijkend dieet.

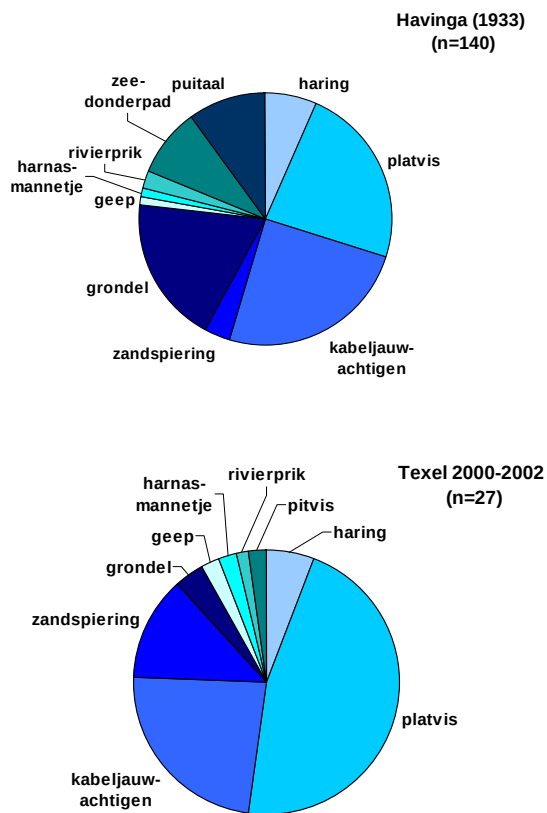


Figuur 43. Vetzuursamenstelling van monsters van vijf zeehonden. Pieknummer is gerelateerd aan de lengte van de vetzuurketen (hoe hoger het nummer, hoe langer de vetzuurketen en/of meer onverzadigd).

Eerste analyse van gevonden uitwerpselen

Bij wijze van proef zijn 42 uitwerpselen geanalyseerd. Deze werden voornamelijk gevonden op plekken die bij eb relatief lang droog lagen en dus door zowel grijze als gewone zeehonden konden worden gebruikt. In de toekomst moet een test worden ontwikkeld die deze soorten (op basis van DNA) kan onderscheiden. Ter vergelijking zijn de resultaten van Havinga (1933) verwerkt.

Zoals verwacht zijn de verhoudingen waarin de verschillende groepen in het dieet voorkomen verschoven. Met name platvis lijkt in de huidige dieet belangrijker te zijn geworden. Omdat er veel onzekerheden in deze methode schuilen wordt ook in tabel 5 de range van de groottes van de prooi-soorten gegeven. Opvallend zijn de relatief grote platvissen die gevonden worden. Dit werd ook gevonden door Havinga (1933).



Figuur 46. Samenstelling van dieet van zeehonden op basis van aantallen prooi-soorten gevonden d.m.v. onderzoek aan maaginhoud (Havinga, 1933) en faeces (dit onderzoek).

Tabel 5. Geschatte range van lengtes (cm) en gewichten (g) van vissen afgeleid van resten afkomstig uit uitwerpselen verzameld in 2001-2003. Het aantal (n) gevonden otolieten, minima (Min), maxima (Max), gemiddelde (Gem) en standaard deviatie (StDev) worden voor elke soort gegeven.

Soort	Lengte-range (cm)					Gewicht-range (g)			
	n	Min	Max	Gem	StDev	Min	Max	Gem	StDev
Zandspiering	104	8.0	23.9	13.9	2.9	1.3	50.7	9.4	7.4
Tong	50	8.3	36.5	18.2	7.8	4.6	429.8	84.9	115.7
Schar	13	19.4	30.8	24.6	3.4	78.3	311.2	167.4	69.6
Schol	11	9.9	13.1	11.5	1.4	10.6	24.7	17.1	5.9
Bot	37	14.3	25.3	18.7	4.5	31.0	173.1	80.6	58.5
Dwergtong	2								
Turbot	2	13.7	15.9	14.8	1.5	50.6	80.3	65.5	21.0
Tongschar	1								
Kabeljauw	2	26.1	29.2	27.7	2.2	184.9	267.58	226.25	58.5
Dwergbolk	31	4.7	18.3	11.3	3.1	1.0	64.69	18.28	17.5
Wijting	65	11.1	25.3	17.9	3.6	10.0	128.27	49.98	30.0
Pitvis	2	13.6	13.6	13.6		16.5	16.52	16.52	
Geep	2								
Horsmakreel	4	26.4	29.7	28.1	2.3	162.4	230.5	196.5	48.2
Grondel	2	5.6	5.6	5.6		2.0	2.0	2.0	
Dikkopje	4	6.0	8.2	6.9	1.1	1.9	4.7	3.1	1.4
Haring	1	17.6	17.6	17.6		35.8	35.8	35.8	
Harnasmannetje	1								

I.4. Discussie en Conclusies

I.4.1. Gezenderde zeehonden verspreiding in ruimte en tijd

Alle zeven dieren die in februari gezenderd werden vallen in dezelfde leeftijdscategorie. Daarnaast werden de dieren tegelijkertijd op één ligplaats gevangen. Toch blijkt het gedrag van de dieren zeer individualistisch (Fig. 9). Dit individualistische gedrag komt overeen met andere data verzameld in Nederland (Brasseur & Reijnders, 1999; Reijnders et al., 2000; Brasseur & Reijnders, 2001) en in andere gebieden Schotland (Sharples, ongepubliceerde data) en Denemarken (Tougaard, ongepubliceerde data).

De meeste dieren zijn vrij trouw aan het vanggebied als ligplaats, hoewel dier 45 vrij snel verkaste naar het oostelijke wad en zelfs naar Duitsland trekt. De andere dieren gebruiken bijna altijd het Eierlandse Gat als ligplaats, hoewel dier 43 en 46 tijdelijk ligplaatsen in andere gebieden gebruiken. In sommige gebieden, zoals de rotskust van Zweden zijn zeehonden zeer trouw aan hun ligplaatsen (Härkönen, 1987). Alleen bij jonge dieren uit die gebieden werd trekgedrag waargenomen. Dit wordt betiteld als exploratie gedrag. In de Nederlandse wateren ziet men echter dat ook volwassen dieren verschillende ligplaatsen kunnen gebruiken die op grote afstand van elkaar kunnen liggen (Brasseur & Reijnders, 1999; Reijnders et al., 2000; Brasseur & Reijnders, 2001). De indruk ontstaat dat de dieren meerdere, vaste ligplaatsen prefereren. Bij bewegingen tussen de gebieden vertonen de dieren weinig zoekgedrag en trekken ze in een vrijwel rechte lijn. In dit onderzoek zien we dat zelfs de dieren die ver naar het zuiden zwemmen, niet gebruikmaken van de ligplaatsen in het Deltagebied maar teruggaan naar het Eierlandse Gat.

Ook in het foerageergedrag zijn er grote individuele verschillen. Dit geldt voor zowel de afstanden als het patroon waarin de tochten worden ondernomen in de tijd. De zeehonden nr. 41 tot en met 44 ondernemen relatief kleine tochten van minder dan 100 km. Daarvan vertoont zeehond nr. 41 (het grootste dier) zeer regelmatig gedrag waarbij het ongeveer een week op zee afwisselt met een periode bij de ligplaats. Ook vertoont het dier weinig variatie in foerageergebied (direct ten noordwesten van Texel). Dieren nr. 46 en nr. 47 blijken ook op afzonderlijke tochten dezelfde plekken, ogenschijnlijk in het midden van de zuidelijke Noordzee, terug te vinden.

Op basis hiervan stellen we dat dieren vaste foerageergebieden opzoeken. Wellicht zijn dat gebieden waar ze eerder succesvol hebben kunnen foerageren. Afhankelijk van de ervaringen kunnen zo de verschillende dieren verschillende tactieken hebben. Wanneer dit het geval zou zijn, moet ook geconcludeerd worden, gezien onze data, dat ligplaats niet bepalend is voor een bepaalde tactiek.

Een aantal dieren bezoekt in de periode dat we ze volgen wél herhaaldelijk dezelfde plek zoals dier nr. 41. Andere dieren vertonen daarin juist weer weinig herhaalde patronen.

Op basis van deze twee gedragingen is het mogelijk dat:

- 1) dieren gericht foerageren:
 - a) er zijn dieren die zich specialiseren op bepaalde soorten, de dieren veranderen van foerageerplek wanneer deze soorten niet meer (voldoende) op de eerste plek gevonden worden. In dit geval zullen de dieren vooral met die preferente vissoorten associëren. Hoewel de monstergrootte klein is, vond men bij het faeces onderzoek vaak dat individuele uitwerpselen gedomineerd werden door een (of enkele) soort(en).
 - b) voor het vinden van foerageergebieden gaan de dieren af op eerdere (gunstige) ervaringen en hebben favoriete plekken. Dit kunnen dezelfde plekken zijn of plekken in gelijksoortige gebieden. Bodemtype, diepte, zoutgehalte kunnen bijvoorbeeld hierbij een rol spelen.
- óf
- 2) dieren gaan vooral opportunistisch te werk

Toekomstig onderzoek zal mogelijk de verschillende strategieën die de zeehonden bij gebiedselectie toepassen aan het licht brengen. Daarnaast kan bijvoorbeeld vetzuuranalyse uitwijzen of binnen de zeehondenpopulatie er specialisatie op prooi gebied plaatsvindt.

Met de verzamelde gegevens over de verspreiding van zeehonden zijn we vooral meer over het gebiedsgebruik in het voorjaar te weten gekomen. Over de verspreiding van zeehonden in de winterperiode is nog erg weinig bekend. Seizoensgerelateerde variatie in voedselaanbod zal van invloed zijn op de verspreiding van zeehonden (Bowen & Harrison, 1996; Thompson et al., 1996).

I.4.1.1. Geschatte verspreiding van de populatie

Ondanks de individuele verschillen tussen de gezenderde zeehonden zijn de data van dit project gebruikt om een eerste beeld te vormen van de verspreiding van de zeehonden uit de Nederlandse Waddenzee in de kustwateren. Bij dit model is gebruik gemaakt van de afstand tot de ligplaatsen en is (nog) geen rekening gehouden met mogelijke voorkeuren die de dieren ongetwijfeld voor bepaalde gebieden vertonen. Wel wordt een eerste beeld gecreëerd van het potentiële areaal van de dieren en de dichtheden waarin ze kunnen worden verwacht. Wanneer meer bekend wordt over de voorkeuren van de dieren voor bepaalde (typen) gebieden kan het model worden geperfectioneerd en een beter beeld van deze verspreiding worden getoond.

I.4.1.2. Duikfrequentie

Hoewel de clustering van de duikdata enig inzicht in lokaal gedrag geeft, is het beperkend dat de nauwkeurigheid in de duikwaarnemingen niet hoger is dan de 6 uur blokken. In deze periode zou een zeehond theoretisch zowel foerageergedrag als rustgedrag kunnen vertonen. Opvallend is dat foerageergedrag ook in de nabijheid van de ligplaats werd geïdentificeerd en rustgedrag midden op zee. Waarschijnlijk

komt het inderdaad regelmatig voor dat dieren ook op zee rusten, daarom bemoeilijkt dit de interpretatie van de gegevens.

I.4.2. Visbemonstering: vangen we wat zeehonden vangen?

Zeehonden vangen hun prooi door het volgen van de waterstroom die wordt veroorzaakt door de zwembeweging van vissen. De waterstroom detecteren ze waarschijnlijk met hun snorharen (Reijnders, 1991; Dehnhardt, 2001). In hoeverre we met het gebruikte vistuig de soorten vangen waar zeehonden op jagen is de vraag. Zeehonden zijn waarschijnlijk veel efficiëntere vissers dan wij met onze visbemonsteringstechniek. De vissnelheid bij de gebruikte methode is 2-3 knopen, omgerekend is dat 1.3 ms^{-1} . Vissen zwemmen maximaal drie maal hun lichaamslengte s^{-1} . Dat betekent dat met het gebruikte tuig vissen tot een lengte van 40 cm gevangen kunnen worden. Wat de afmetingen van vangbare vis in relatie tot prooikeuze van zeehonden betreft, is de range dus groot genoeg. Daarentegen kunnen zeehonden een snelheid van 2 ms^{-1} halen, waardoor mogelijk ook andere prooi tot hun beschikking staat. Bovendien zal niet alle bevisbare vis door de zeehonden worden gegeten (Bowen & Harrison, 1996).

Vooralsnog lijkt er weinig reden aan te nemen dat de voedselsituatie grote verschillen vertoont tussen getijfasen. Dat sluit echter niet uit dat zich tijdens bepaalde getijfasen 'hotspots' ontwikkelen op plekken waar de combinatie van stroming en diepte gunstige omstandigheden scheppen voor vissen.

De overlap die te zien is tussen de verspreiding van zeehonden en kotters geeft aan dat deze zeehonden dezelfde gebieden opzoeken als de kotters. Dit patroon kan veroorzaakt worden door enerzijds de combinatie van de afstand en locatie van havens en anderzijds die van de ligplaatsen en afstand voor de zeehonden. Tenslotte is het niet geheel uit te sluiten dat de zeehonden direct of indirect profiteren van discards en mogelijk schepen opzoeken.

I.4.2.1. Seizoensgerelateerde verspreiding van vis

Over seizoensvariatie in de verspreiding van de verschillende vissoorten is relatief weinig bekend. De huidige reguliere surveys worden slechts één (DFS) of twee keer (IBTS) per jaar uitgevoerd. Voor de Waddenzee zijn gegevens die beschikbaar zijn samengevat in Fonds (1978) en Hovenkamp & van der Veer (1993). Hieruit blijkt dat de meeste vissoorten de Waddenzee in de herfst verlaten en pas in het voorjaar weer terugkeren. Slechts een klein aantal soorten (putaal, zeedonderpad) blijven gedurende het hele jaar in de Waddenzee. In de zomer is het een aantrekkelijk foerageergebied, door de combinatie van een hoge temperatuur en hoge voedselbeschikbaarheid. Uit de locale bemonsteringen uitgevoerd in het voorjaar bleek dat de aantallen vis in de Waddenzee dan erg veel lager zijn dan in het najaar. Door het NIOZ worden al 40 jaar maandelijkse fuikregistraties uitgevoerd in een

fuik in het Marsdiep. Een deel van deze gegevens zijn beschreven in Hovenkamp & van der Veer (1993). Recente gegevens zijn nog niet gepubliceerd. Deze data kunnen een beeld geven van de seizoensdynamiek op dit meetpunt.

Voor de Noordzee is erg weinig bekend over seizoensvariatie in verspreiding. Voor een aantal commerciële soorten is er informatie op een vrij grove schaal beschikbaar (ICES kwadranten, Figuren 32 t/m 38). Hieruit blijkt dat de meeste soorten zich in een groot deel van het jaar in de kustzone ophouden, maar met name in het voorjaar naar de noordelijker delen van de Noordzee trekken. Dit is echter een veel grovere schaal dan de schaal waarop de zeehonden zich bewegen (omvat slechts enkele ICES kwadranten). Voor een beschrijving van seizoensvariatie op een kleinere schaal (bijvoorbeeld verspreiding in relatie tot diepte) zijn deze gegevens te grofschalig.

I.4.3. Koppeling verspreiding foeragerende zeehonden en visverspreiding

In de periode waarin op de plekken van de gezenderde zeehonden gemonsterd is, waren de meest gevangen soorten wijting, schol en schar.

Gegevens over pelagische soorten in deze periode zijn er niet, maar in juni van 2002 kwamen van veel soorten pelagische vis (o.a. zandspiering, pelser, horsmakreel, sprout) grote dichtheden voor in het gebied waar de zeehonden zich ophielden. In deze periode waren de visdichtheden in de Waddenzee zeer veel lager.

Er is weinig tot geen relatie gevonden tussen de gevonden visdichtheden, bij verschillende surveys (DFS, BTS, dit onderzoek) en het gebruik van het gebied door de zeehonden. Geen van de afzonderlijke soorten die in grote hoeveelheden zijn gevangen lijken de verspreiding van de foeragerende zeehonden te verklaren. Alleen de grondel en het harnasmannetje lijken enige relatie met de zeehonden te vertonen. Grondel en het harnasmannetje werden echter in relatief lage dichtheden gevonden, de grondel maximaal 0.6 kg/ha, maar vaker onder 0.2 kg/ha, bij het harnasmannetje meest minder dan 0.05 kg/ha. Het is onwaarschijnlijk dat deze dichtheden werkelijk bepalend zijn voor de verspreiding van de zeehonden.

Het ontbreken van een duidelijke relatie tussen de visdichtheden en het foerageergedrag van de zeehonden in bepaalde gebieden kan op verschillende manieren worden verklaard:

- De zeehonden zijn door voldoende visbeschikbaarheid, niet genoodzaakt naar de hoogste dichtheden zoeken; visaanbod is, gegeven de huidige populatie en visstand, niet beperkend.
- De meeste visbemonsteringsgegevens in deze analyse zijn te grof om deze relatie te bepalen. De nauwkeurigheid van de zeehondenlocaties is variabel (300m-enkele km). De beviste gebieden zijn verspreid over enkele kilometers. Daarnaast kan verwacht worden, zoals hierboven werd gesteld, dat de verhoudingen tussen de

verschillende vissoorten in de vangst anders zijn dan hetgeen daadwerkelijk beschikbaar is voor de zeehonden. Met andere woorden dit type van visbemonstering kan aangeven welke vissoorten in het beviste gebied zeker aanwezig zijn, maar niet wat er daarvan door de zeehond gegeten wordt.

- De zeehonden foerageren niet in de gebieden waar de concentraties vis het hoogste zijn maar daar waar voldoende vis voor hen het beste te voorspellen is. Zeehonden zoeken die gebieden waarvan ze uit ervaring weten dat er voldoende vis aanwezig is.
- Individuele variatie tussen de zeehonden vertroebelt de relatie met de vis verspreiding.
- De monsternamen (aantal overlappende punten tussen zeehonden- en vis-verspreiding) is te laag om een verband te kunnen aantonen

Samenvattend zijn twee conclusies mogelijk: er wordt geen relatie gevonden tussen de zeehondendichtheden en de visdichtheden omdat deze in de huidige situatie niet bestaat (vis is niet beperkend) óf omdat er iets aan de methode van bemonstering schort, zowel voor de zeehonden als voor de vis.

I.4.4. Mogelijkheden vetzuur en isotopenanalyses

De eerste resultaten laten zien dat er duidelijke verschillen in vetzuursamenstelling aantoonbaar zijn. Met nieuwe geavanceerde analyseapparatuur (GC-GC-MS) kunnen vrijwel alle pieken in één analyse gescheiden worden. Met speciale software kunnen deze complexe chromatogrammen ook snel geanalyseerd worden. Door verdere analyse van de vetzuurprofielen met behulp van multivariate technieken kunnen vetzuurprofielen van zeehond en prooidier gekoppeld worden. Recente ontwikkelingen in de wiskundige analyse van deze data (QFASA; Iverson et al. in prep.) maken het mogelijk om na correctie voor omzetting van vetzuren door zeehonden het meest waarschijnlijk dieet te bepalen. Dit is alleen mogelijk wanneer ook voor alle benutte prooien de vetzuursamenstelling bekend is. Ten dele kan men hiervoor bekende data gebruiken, bijvoorbeeld in samenwerking met Britse onderzoekers. Een deel zal echter nog moeten worden uitgevoerd.

Isotopen analyses

Een andere methode om via de samenstelling van weefsels iets over het dieet te weten te komen is de analyse van stabiele isotopen van koolstof en stikstof (Hobson, 1999). Van het koolstofatoom bestaan een aantal varianten of isotopen zoals het 'normale' koolstof-12 (^{12}C) en het zwaardere koolstof-13 (^{13}C) dat één neutron meer heeft. ^{13}C is stabiel (niet radio-actief) en komt gewoon in de natuur voor, zij het in veel geringere hoeveelheden dan ^{12}C . Het geringe verschil in massa tussen ^{12}C en ^{13}C zorgt er voor dat de moleculen waarin ze zijn ingebouwd soms net iets anders reageren in fysische en chemische processen. Zo kan het gebeuren dat sommige planten naar verhouding meer koolzuurgas met koolstof-13 ($^{13}\text{CO}_2$)

vastleggen dan andere planten. Estuariene benthische algen hebben een grote voorkeur voor ^{13}C in vergelijking met de meeste andere primaire producenten (algen en planten). Dat betekent dat alle dieren die direct of indirect afhankelijk zijn van benthische algen ook relatief veel ^{13}C , ofwel een hoge koolstofisotopen ratio ($\delta^{13}\text{C}$) hebben. Hoe hoger het niveau in de voedselketen hoe verder de dieren van de benthische algen af staan en hoe verder deze ratio afneemt. Ongeveer hetzelfde verhaal geldt voor het stikstof N -15 atoom en de ratio ^{15}N en ^{14}N . De ratio's waarin deze isotopen in weefsels van organismen voorkomen zijn een afspiegeling van het trofische niveau. De isotopenratio in de weefsels weerspiegelt de tropische niveausamenstelling van het dieet over de periode waarin de weefsels werden opgebouwd. Voor informatie over recent dieet moeten weefsels met een hoge turnover-snelheid (weken tot maanden) zoals spierweefsels en of bloed gebruikt worden. Weefsels die in een bepaalde periode worden aangelegd zoals haren (zeehonden verhareren éénmaal per jaar) zijn een reflectie van het dieet in die periode. Voor toppredatoren zoals zeehonden is het probleem dat er veel stappen kunnen zitten tussen de primaire producenten via vissen tot de zeehond zelf. Hiervoor is het nodig validatie studies uit te voeren aan dieren in gevangenschap die gevoerd worden met prooi met een bekende isotopenratio.

Voor beide methodes geldt dat veldbemonsteringen (tijdens vangacties) gebruikt kunnen worden om de variatie tussen locaties/jaren te onderzoeken. Hierbij is het mogelijk om te onderzoeken of er relatieve verschillen in dieet tussen groepen (geslachten, leeftijden, haul-out plekken, seizoenen) bestaan. Het nemen van monsters voor isotopenonderzoek (bloed of haarmonsters of spier of bot) is minder invasief dan het nemen van vetbiopten.

I.4.5. Voortzetting in fase 2: aanbevolen onderzoeksplan

Uit de informatie verkregen uit fase 1, het huidige onderzoek, blijkt dat er nog een aantal lacunes zijn in kennis over foerageergedrag van zeehonden. Met name zijn dat de verspreiding van zeehonden in de winterperiode en de verspreiding van zeehonden uit het oostelijk Waddengebied en het Deltagebied. Voortzetting van het satellietmetrisch onderzoek is daarom aanbevolen. Hiervoor zal een nieuwe generatie zenders worden gebruikt die nauwkeuriger locatiebepalingen mogelijk maken en de registratie van individuele duiken, in plaats van per 6 uur blokken, mogelijk maken.

Afgezien van de indirecte informatie over foerageergedrag van zeehonden d.m.v. van duikduur, duikfrequentie en duikdiepte, zou het meten van concreet eetgedrag van zeehonden een waardevolle aanvulling geven bij het vaststellen òf en wanneer er daadwerkelijk wordt gegeten. Mogelijkheden om dat aan de zeehonden direct te meten d.m.v. onder andere kauwbewegingen, hartslag, registratie van maagtemperatuur, en wellicht ook video-opnames, en die informatie te versturen via de satellietzender, zouden verder geëxploreerd moeten worden. Technisch gezien behoren dit soort metingen inmiddels tot de mogelijkheden van de huidige, of binnenkort beschikbare generatie zenders.

Voortzetting van het onderzoek naar wat zeehonden eten, lijkt het meest veelbelovend door de kracht te gebruiken die ligt in de combinatie van technieken. Faecesanalyses leveren informatie op over lokaal dieet en maken identificatie van prooi-soorten mogelijk. Vetzuuranalyses en isotopenanalyses van haar en bloed geven een reflectie van overall dieet en kunnen informatie geven over variaties in dieet in de seizoenen en tussen locaties. Belangrijk is om bij faecesanalyses onderscheid te kunnen maken tussen faeces van grijze en gewone zeehonden (DNA-onderzoek). Analyse van een honderdtal vetmonsters, verzameld van dieren gestorven tijdens de 2002 epidemie, zal een belangrijke eerste stap zijn om inzicht te krijgen in de variatie tussen leeftijd en seksen. Maag- en darminhoud van dezelfde dieren kunnen verder licht werpen op het dieet van de dieren, hoewel de verwachting is dat een groot deel leeg zal zijn.

Resultaten van de vetzuuranalyse kunnen op de eerste plaats gebruikt worden om eventueel verschillen in prooi-keuzes tussen de verschillende sekse en leeftijdsgroepen te onderzoeken. Pas wanneer een groot deel van de potentiële prooi in kaart zijn gebracht met betrekking tot het vetzuur profiel kan een koppeling gemaakt worden tussen de zeehonden en hun prooi. Naar verwachting zullen er niet alleen verschillen in vetzuren zijn tussen de verschillende prooi-soorten maar ook binnen soorten die afkomstig zijn uit verschillende grootteklassen of ver uit elkaar liggende gebieden.

Bij het visverspreidingsonderzoek zijn er leemtes in kennis omtrent visverspreiding in ruimte en tijd. Dit kan worden aangepakt door verder uitwerken van de dataset IBTS: 1991-1996, gegevens over visverspreiding, verzameld in een periode van zes jaar in 4 kwartalen. Dit levert informatie over de verspreiding in ruimte en tijd. Dat is uitgewerkt op ICES-kwadrant niveau en zou gedetailleerder (op trekniveau) gedaan kunnen worden, waardoor er op een kleinere schaal (op de schaal waarop de verplaatsingen van zeehonden zich afspelen) gegevens beschikbaar komen over seizoenspatronen in voorkomen van een aantal soorten. Het bestaan van eventuele andere datasets zal ook moeten worden onderzocht.

Het correleren van visgegevens aan data over habitatkarakteristieken biedt mogelijkheden het voorkomen van vissoorten te verklaren/voorspellen. Analoog aan het bij het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek ontwikkelde 'habitatmodel garnalen' (Welleman, 2001) kan dit ook voor andere soorten uitgevoerd worden. Dit is met name interessant als blijkt dat foerageerlocaties van zeehonden zich in een of meerdere fysische eigenschappen (substraat, diepte) onderscheiden van de rest van het gebied. Met deze verbeterde gegevens over visverspreiding zal een sterkere associatie kunnen worden gelegd tussen de visverspreiding en de verspreiding van de zeehonden. Hiermee kan nog niet de vraag naar wat de zeehonden eten worden beantwoord. Daartoe zal in het verdere onderzoek specifiek moeten worden ingezet op betere data over voedselbenutting, te weten vetzuuranalyses, faeces- en isotopen onderzoek.

**II. EEN VERKENNENDE LITERATUURSTUDIE NAAR
HET DIEET VAN GRIJZE ZEEHONDEN
HALICHOERUS GRYPUS IN KUSTWATEREN ROND
DE NOORDZEE**

II.1. Verspreiding en Aantallen

Van de grijze zeehond worden drie populaties onderscheiden waarvan er twee voorkomen in het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan (een Oost- en een West-Atlantische populatie) en één in het Oostzeegebied. De West-Atlantische populatie komt voor in het gebied tussen Labrador en Nuntucket, (de Jong et al., 1997). De Oost-Atlantische populatie komt voor in het kustgebied van IJsland, rond de Britse eilanden en langs de noord- en westkust van Noorwegen, het Kola schiereiland (Rusland) en de kust van Bretagne (Frankrijk). De grootte van deze populatie is 117.000-119.000 exemplaren, waarvan er 95.400 aanwezig zijn in de wateren rond de Britse eilanden (de Jong et al., 1997). De Oostzeepopulatie is relatief klein en bevolkt de Finse en Botnische Golf en het noordelijk deel van de Oostzee. Deze populatie omvat 5000 dieren (de Jong et al., 1997).

Grijze zeehonden waren in het verleden ook aanwezig in de Waddenzee maar zijn waarschijnlijk in het eind van de 16e eeuw uitgestorven vanwege de jacht die op deze soort in het waddengebied werd gemaakt (Reijnders et al., 1995). Vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw verzamelde zich een groep in de omgeving van het Duitse waddeneiland Amrum. Dit was de enige plaats in de Waddenzee waar de soort in grotere aantallen voorkwam (Reijnders, 1976; Quedens, 1988; Caudron, 1997). Sinds 1980 is de grijze zeehond langzaam maar zeker teruggekeerd in de Nederlandse Waddenzee, waarschijnlijk als gevolg van immigratie vanuit de dichtstbijzijnde kolonies op de Farne Islands. Sinds 1985 worden er op de Richel, een hoge zandplaat tussen Vlieland en Terschelling, ook jongen geboren (Reijnders et al., 1995). Anno 2003 zijn er weer minimaal 1050 grijze zeehonden aanwezig, verspreid over verschillende ligplaatsen in het westelijk deel van de Waddenzee (Reijnders & Brasseur, 2003b). Kleine aantallen zijn tegenwoordig ook aanwezig in het Deltagebied, met name in de Voordelta, meestal in de periode juli tot en met oktober (Hoekstein & Lilipaly, 2002). Zoals overal in het verspreidingsgebied van de grijze zeehond is ook in Nederland al snel de vraag gesteld in hoeverre de toename van de soort ook consequenties zou kunnen hebben voor andere gebruikers zoals de gewone zeehond en de commerciële visserij. In dit rapport wordt getracht enig licht op deze kwestie te werpen. Hiervoor wordt, bij gebrek aan een Nederlandse dieetstudie, gebruik gemaakt van bestaande literatuur uit de landen rond de Noordzee, en op bescheiden schaal ook van daarbuiten.

Het gedrag van grijze zeehonden wordt voor een belangrijk deel bepaald door de geboorte- en zoogperiode van de jongen en de verharingsperiode. In het Verenigd Koninkrijk, dat verreweg het grootste deel van de Europese populatie van de grijze zeehond herbergt, worden in de maanden oktober/november de jongen geboren, wordt gezoogd en vervolgens gepaard. In de maanden januari/maart vindt de verharing plaats (Bonner, 1981). Gedurende deze periodes wordt een groot deel van de dag rustend doorgebracht op haul-out locaties, maar ook buiten deze periodes kunnen zich grote aantallen grijze zeehonden op de haul-out locaties bevinden. Op sommige van deze haul-out locaties, meestal gelegen in de getijdezone langs de kust, kunnen honderden grijze zeehonden aanwezig zijn. Op de Farne Islands, een groep kleine eilanden voor de Engelse oostkust, bijvoorbeeld, rusten vaak meer dan 1000

grijze zeehonden tegelijk (McConnell et al., 1999). Op andere, vaak kleinere locaties zijn soms maar enkele exemplaren aanwezig. Bij de kolonie in Nederland zien we dat de geboortepiek pas rond de jaarwisseling plaatsvindt, ook de verharing is verschoven ten opzichte van Groot-Brittannië, dit vindt plaats in maart/april.

II.2. Grijs zeehond: literatuursurvey prooikeuze en foeragegedrag

II.2.1. Analysetechnieken

II.2.1.1. Onderzoek naar maaginhoud

Onderzoek naar het voedsel van zeehonden is in het verleden veelal uitgevoerd aan de hand van magen van geschoten zeehonden. Een voordeel van maagonderzoek is dat het inzicht kan bieden in alle prooien die het dier ervoor gegeten heeft, inclusief prooidiersoorten die geheel verteren. Bovendien biedt het soms direct mogelijkheden om de grootte van de prooien te meten, wanneer dit niet mogelijk is kan men gebruikmaken van bijvoorbeeld otolieten om de grootte van de prooi te achterhalen.

Deze techniek kent echter ook nadelen. Om magen te kunnen onderzoeken moeten in de meeste gevallen zeehonden worden geschoten. Naast het feit dat schieten van zeehonden op verzamelplaatsen ernstige verstoring op deze plaatsen kan veroorzaken, zal dit bij kleine populaties zeker niet altijd verantwoord zijn. Bovendien kan dit duur zijn (arbeidsintensief) en een sterk vertekend beeld opleveren van het voedselspectrum van de populatie. Ten eerste omdat de makkelijkst bereikbare en minst ervaren dieren (vaak jonge of zwakke exemplaren) de grootste kans lopen te worden geschoten. Ten tweede krijgt men alleen gegevens over het dieet van de dieren die rondom de vangplek hebben gefoerageerd. Onderzoek van magen geeft alleen een beeld van de menukeuze van de zeehond van de laatste dag. Er zijn grote verschillen in de verteringssnelheid van harde en zachte prooien en tevens in de verblijftijd van zachte en harde delen in de maag. Dit kan een ernstige vertekening opleveren van de menukeuze, ten gunste van slecht verteerbare prooiresten. Als laatste zijn zeehondmagen vaak leeg. Rae (1968) vond dat 45% van de magen van grijze zeehonden en 57% van de magen van gewone zeehonden leeg was. Een geschoten zeehond levert dus lang niet altijd de gewenste informatie op. Tegenwoordig wordt in toenemende mate onderzoek uitgevoerd aan de hand van onverteerde resten (b.v. otolieten) in faeces. Ook aan deze techniek zitten voor- en nadelen, die hierna worden besproken.

II.2.1.2. Faeces

Faeces zijn relatief makkelijk op de ligplaatsen van zeehonden te verzamelen, zonder grote verstoring. Door in verschillende gebieden met verschillende populatiesamenstelling monsters te verzamelen kan een goed beeld worden verkregen van de lokale prooidierkeuze. Afhankelijk van de verteringssnelheid van de verschillende prooien, biedt dit een vrij volledig beeld van het voedselspectrum.

Deze methode kent echter ook nadelen. Het geeft geen inzicht in prooien die geheel verteren. Otolieten van sommige vissoorten, zoals haring en sprat, kunnen gedeeltelijk of zelfs geheel verteren waardoor deze vissoorten ondervertegenwoordigd worden in een dieetstudie. Zeehonden kunnen de koppen van vissen

afbijten voordat deze worden doorgeslikt (Rae, 1968). Op deze wijze gaan otolieten verloren. Met name bij grotere prooien schijnt dit veel te gebeuren (Mohr, 1952). Net als bij maagonderzoek biedt dit alleen een beeld van de menukeuze van de zeehond in de laatste 1-2 dagen (Prime & Hammond, 1987).

Daarnaast kan men geen inzicht verkrijgen in de dieetkeuze op individu-niveau.

Dieetonderzoek op basis van harde onverteerbare delen vereist een specifieke kennis en uitrusting. Zo is een referentiecollectie nodig om otolieten te kunnen determineren en om de groottes van deze prooien te kunnen vaststellen (met name in de vorm van ijklijnen van de otolietgrootte tegen de lichaamsgrootte van het prooidier).

Een derde, vrij nieuwe techniek, gaat uit van de vetzuursamenstelling van vetvoorraden (spekweefsel). De vetzuursamenstelling van de speklaag geeft een afspiegeling van de belangrijkste prooi-soorten (Iverson, 1993; Pomeroy et al., 2000). Wanneer de vetzuursamenstelling van de prooi-soorten bekend is, kan in theorie uit de vetzuursamenstelling van de speklaag de prooi-soortsamenstelling vastgesteld worden. Dit wordt in hfdst. 2.3.2. van Deel I besproken. Door vetweefsel van zeehonden van verschillende gebieden te analyseren kunnen uitspraken worden gedaan over de dieetsamenstelling en verschillen tussen populaties (o.a. Walton et al., 2000).

De namen van de in Europese wateren voorkomende vissoorten uit de geraadpleegde dieetstudies van grijze zeehonden zijn weergegeven in Appendix 1. In het vervolg van dit rapport worden alleen de Nederlandse namen gepresenteerd. Van enkele soorten die geen Nederlandse naam hebben is de wetenschappelijke naam gebruikt. Ook enkele Amerikaanse vissoorten zijn niet in deze tabel opgenomen. In voorkomende gevallen zijn de Amerikaanse en wetenschappelijke namen weergegeven.

II.3. Dieet van de grijze zeehond

In dit hoofdstuk zijn de meest veelomvattende studies over de menukeuze van grijze zeehonden samengevat. Daarnaast zijn er verschillende anekdotische gegevens die aangeven dat grijze zeehonden opportunistische jagers zijn. Zo nu en dan wordt er zelfs een aan de oppervlakte zwemmende zeevogel gegeten (Anderson, 1992). Een ander voorbeeld is de waarneming van Leopold (1996) van een grijze zeehond in de NIOZ-haven op Texel die boven kwam met een net gevangen pijlinktvis, vermoedelijk *Loligo vulgaris*. In dezelfde tijd bleken in een fuik in de omgeving van deze haven opvallend veel pijlinktvissen gevangen te worden en bleken garnalenvissers veel pijlinktvissen als bijvangst te hebben.

De gemiddelde voedselbehoefte per dag bedraagt circa vijf kg, waarbij opgemerkt dient te worden dat de dieren waarschijnlijk niet elke dag eten en in de voortplantingstijd enige tijd vasten: de vrouwtjes minstens drie weken, de mannetjes tot maximaal zes weken (Anderson, 1992).

II.3.1. Canada

Bowen et al., 1993, Nova Scotia, Canada

Ook in de studie van Bowen et al. (1993) is getracht de consumptie in gewichtspercentages uit te drukken. Op basis van 528 maaginhouden, waarvan er 143 voedselresten bevatten, is het dieet van grijze zeehonden langs de kusten van Nova Scotia, Canada vastgesteld. Hierbij werd met name gebruik gemaakt van in de maag aanwezige onverteerbare delen, met name otolieten en de snavels van inktvissen. Het materiaal was afkomstig van beroepsjagers en verzameld tussen 1988 en 1990. Van de 22 taxa die werden aangetroffen waren vijf soorten goed voor 80% van geschatte gegeten hoeveelheid voedsel. De gemiddelde grootte van de gegeten vissen lag tussen de 19 en 35 cm. In het op enige afstand van de vastelandskust gelegen Sable Island maakten zandspiering, silver hake (*Merluccius bilinearis*) en pijlinktvis in de zomer meer dan 86% van het dieet uit, in de winter bestond meer dan 96% van het voedsel uit zandspiering en kabeljauw. Op locaties rond de vastelandskust bestond in de zomer 90% van het voedsel uit haring, kabeljauw en koolvis, in de winter bestond 83% van het voedsel uit makreel, kabeljauw, pijlinktvis en haring. Aangezien de otolieten van haringachtigen makkelijker verteren dan die van kabeljauwachtigen is het aandeel van de eerste groep in het dieet onderschat. Uit een vergelijking van de percentages van de verschillende soorten die worden gegeten en de predatie, uitgedrukt in gewichtspercentages, blijkt dat deze waarden voor de meeste soorten sterk verschillen. Vooral de verschillen bij haring, kabeljauw en zandspiering zijn opvallend. Ook uit deze studie blijken er sterke regionale verschillen te bestaan en dat de prooi keuzes verschillen tussen seizoenen. Weliswaar worden gegevens gepresenteerd over de aanwezigheid van de verschillende prooidiersoorten per locatie of per seizoen, maar deze gegevens leveren geen eenduidig beeld op. Ze verklaren in ieder geval niet op heldere wijze waarom welke prooidiersoorten waar en wanneer worden gegeten.

Tabel 6. Prooien van grijze zeehonden in en rond Nova Scotia (New Brunswick, enkele locaties rond Nova Scotia en Sable Island), Canada, op basis van onderzoek van otolieten in magen van geschoten zeehonden (Bowen et al., 1993).

Prooi	aantal prooien	% van totaal	% van totale gewicht
Haring	204	7.4	38.5
Kabeljauw	187	6.8	19.2
Zandspiering (<i>Ammodytes dubius</i>)	1724	62.4	12.8
Silverhake (<i>Merluccius bilinearis</i>)	138	4.8	8.8
Pijlinktvis (<i>Illex illecebrosus</i>)	154	5.6	8.3
Koolvis	126	4.6	5.6
Makreel	8	0.2	2.7
White hake (<i>Urophycis tenuis</i>)	16	0.6	1.0

Murie & Lavigne, 1992, Gulf of St. Lawrence, Canada

Op basis van de maaginhouden van 82 grijze zeehonden uit het noordwestelijk deel van de Gulf of St. Lawrence, verzameld van juli tot en met december 1983, is berekend dat 72% van het dieet op gewichtsbasis bestond uit kabeljauw, haring en lodde (*Mallotus villosus*). Ongeveer 50% van de magen was leeg, waaruit blijkt dat niet elke dag wordt gevoerd. Ook in deze studie is een opmerkelijk verschil geconstateerd tussen het aantal gegeten prooien en de bijdrage van deze prooien aan het dieet op versgewichtsbasis (zie Tabel 7). Naast vissen werden ook kleine hoeveelheden kreeftachtigen (zowel garnalen als krabben), amphipoden en isopoden in de onderzochte magen aangetroffen. Deze zouden echter ook mogelijk afkomstig kunnen zijn uit magen van de prooidieren.

Tabel 7. Prooien van grijze zeehonden rond de Gulf of St. Lawrence, Canada, op basis van onderzoek van otolieten en onverteerde restanten van andere dieren in magen van geschoten zeehonden (Murie & Lavigne, 1992).

Prooi	aantal prooien	% van totaal	% van totale gewicht
Kabeljauw	101	17	36
Haring	48	8	26
Lodde (<i>Mallotus villosus</i>)	219	36	10
Lumpfish (<i>Cyclopterus lumpus</i>)	15	2	7
Rog (<i>Raja</i> sp.)	2	0	6
Amerikaanse schol (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	6	1	6
Alewife (<i>Alosa pseudoharengus</i>)	10	2	3
Zandspiering (<i>Ammodytes</i> sp.)	62	10	2

Bowen & Harrison, 1994, Nova Scotia, Canada

Van verschillende soorten zeehonden is bekend dat ze soms ver de zee op gaan om te foerageren. Dit is onder andere het geval bij de grijze zeehond. Dit gegeven betekent dat het dieet van dergelijke dieren sterk zal verschillen van dat van zeehonden die dicht bij de haul-out plaatsen foerageren. In deze studie is het dieet onderzocht van zeehonden op Sable Island, een locatie die op 160 km van Nova Scotia is gelegen.

Het onderzoek, waarbij werd gekeken naar onverteerde delen in de faeces, werd uitgevoerd in de periode juli 1991 – januari 1993. In de faeces werd een uitgebreid soortenspectrum aangetroffen waarin drie soorten en soortgroepen sterk domineerden. Zandspieringen (met name *Ammodytes dubius*), kabeljauw en de silver hake maakten 94.5% van het dieet (op natgewichtsbasis) uit. De zandspiering was in alle maanden van het jaar kwantitatief verreweg de talrijkste prooi. In alle maanden bestond 86-95% van het aantal gevangen prooien uit deze soortsgroep. In de zomermaanden daalde het aandeel van zandspieringen (op gewichtsbasis) tot rond de 50%. In deze maanden werd relatief veel platvis en kabeljauw gegeten.

Tabel 8. Prooien van grijze zeehonden bij Sable Island, Nova Scotia, Canada, op basis van onderzoek van faeces en otolieten (Bowen & Harrison, 1994).

Prooi	prooien	% van totaal	geschat gewicht	% van totale gewicht
Zandspiering (<i>Ammodytes</i> sp.)	13838	93.3	187.1	80.9
Kabeljauw	140	0.9	25.5	11.0
Silver hake (<i>Merluccius bilinearis</i>)	97	0.7	5.9	2.6
Amerikaanse schol (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	25	0.2	3.2	1.4
Redfish (<i>Sebastes</i> sp.)	98	0.7	3.0	1.3
Yellowtail flounder (<i>Limanda ferruginea</i>)	28	0.2	2.5	1.1

De meerwaarde van deze studie is dat ook is getracht inzicht te krijgen in hoeverre de dieetkeuze van de grijze zeehonden overeenkomt met welke vissoorten algemeen voorkomen in het gebied waar de zeehonden vissen. Hierbij werd de visstand bemonsterd in een gebied tot op 78 km afstand van de haul-out locatie van de zeehonden. Hieruit kwam naar voren dat talrijke en wijd verbreide soorten in het gebied rond Sable Island, ook het meest in het dieet van de zeehonden werden aangetroffen. Ook de lengteverdeling van de vissen die tijdens surveys met schepen werden gevangen kwam overeen met de lengteklassen-verdeling die in de faeces van de zeehonden werd aangetroffen. Hieruit wordt geconcludeerd dat de zeehonden in dit gebied niet bepaalde lengte-klassen selecteren.

Mohn & Bowen, 1996, Nova Scotia, Canada

De gegevens van de eerder genoemde studie van Bowen & Harrison (1994) zijn gecombineerd met de analyses van 393 faeces monsters van grijze zeehonden uit hetzelfde gebied (Bowen et al., 1993) en ongepubliceerde gegevens van maaginhouden van Bowen & Iversen en enkele andere auteurs. Deze gegevens zijn gebruikt om een inschatting te kunnen maken van de invloed van grijze zeehonden op de kabeljauwvisserij in de Canadese wateren in het begin van de jaren '90 van de vorige eeuw. De gegevens zijn meer gedetailleerd in vergelijking tot de data gepresenteerd in Tabel 6, omdat ze een duidelijk seizoensverloop in de consumptie van verschillende vissoorten laten zien en omdat er duidelijke verschillen blijken te bestaan tussen zeehonden die dichtbij (inshore) en op grotere afstand van de kust (offshore) foerageren.

Berekend wordt dat op het moment van ineenstorten van de kabeljauwpopulatie voor de Canadese kust (rond 1993) de grijze zeehonden ongeveer 10-20% van de

totale vangst door de commerciële visserij in de omgeving consumeerden. Op basis daarvan wordt geconstateerd dat de zeehonden geen wezenlijke bijdrage hebben geleverd aan het ineenstorten van de kabeljauwpopulatie.

Tabel 9. Prooien van grijze zeehonden bij Sable Island, Nova Scotia, Canada, op basis van onderzoek van 393 faeces en 198 maaginhouden. De gegevens zijn uitgesplitst naar jaar van verzamelen van de faeces, het seizoen en of het insbore (in) dan wel offsbore (off) foeragerende zeehonden betrof. De gegevens zijn omgerekend naar percentages natgewicht (Mohn & Bowen, 1996).

Prooi	1988-1990				1991			1992		1992				1993
	zomer		winter		jul	sep	nov	zomer	feb	mar	mei	aug	jan	
	in	off	in	off	off	off	off	in	off	off	off	off	off	off
Kabeljauw	17.1	6.1	13.9	20.1	19.2	44.1	12.7	33.5	3.5	4.1	1.6	17.2	3.7	
Schelvis								2.6						
Koolvis	7.0	6.8												
Noordse schelvis					1.2		0.4		2.7	2.4	0.7	1.5	0.4	
Silver hake	3.2	25.8	0.7	0.6	5.0	3.1	1.5	2.5	0.4	0.2	0.1	5.6		
<i>Merluccius bilinearis</i>														
'Platvis'					18.5	2.9	7.8	14.6	10.7	15.7	19.4	7.5	7.9	
'Zandspiering'		32.7		75.1	56.0	49.7	75.1		78.7	76.1	77.8	67.2	85.3	
Haring	65.8		9.0					33.2						
Makreel	0.4		47.7					9.9						
'Inktvis'	1.4	26.6	12.9	4.2										

II.3.2. Andere landen buiten de zuidelijke Noordzee

Bjorge, 1995, westkust Noorwegen

Aan de hand van satellietzenders die werden bevestigd op vrouwtjes grijze zeehonden vlak na de zoogperiode is informatie verzameld over het verspreidingspatroon en de duikdiepte van dieren uit de omgeving van Froan (64°N) aan de Noorse westkust. Kort na de zoogperiode bleken vier van de vijf gezenderde dieren uit te zwermen. Drie exemplaren vertrokken naar nabijgelegen kustgebieden, één exemplaar trok langs de kust noordwaarts naar Vaerøy, Lofoten, een afstand van 500 km van de oorspronkelijke locatie. Daarna bleven ze dicht in de buurt en werd vooral veel heen en weer gependeld tussen de foerageergebieden en de haul-out locaties. Tevens werd vastgesteld dat de zeehonden zowel foerageerden in ondiepe kustgebieden als dicht tegen de zeebodem, tot op 400 m diepte. Uit een analyse van 21 magen van grijze zeehonden die tussen 1978 en 1982 langs de Noorse westkust werden geschoten in een gebied tussen 62° en 66° N blijkt dat kabeljauwachtigen belangrijke prooidiersoorten waren. Schelvis was met 15% (volume%) relatief sterk vertegenwoordigd. Helaas worden voor de overige soorten geen kwantitatieve gegevens gepresenteerd.

Tabel 10. Prooien van grijze zeehonden langs de Noorse westkust, op basis van analyse van 21 maaginhouden die werden verzameld tussen 1978 en 1982. Tevens is per soort aangegeven of de betreffende vissoort op of in de omgeving van de zeebodem leeft (benthisch) of een voorkeur heeft voor open water (pelagisch) (Björge, 1995).

Prooi	aanwezigheid	benthisch	pelagisch
Haring	+		
Argentina silus	+		+
Kabeljauw	+	+	+
Koolvis	+		+
Pollak	+	+	+
Wijting	+	+	+
Schelvis	+	+	
Kever	+	+	
Zeewolf	+		
Snotolf	+	+	+
Noordse schelvis	+	+	
Sebastes viviparus	+	+	
Zandspiering	+	+	+
Ongedet. Platvis	+	+	

Arnett & Whelan, 2001, Ierse westkust

Aan de hand van otolieten uit 138 magen van grijze zeehonden afkomstig van de Ierse westkust, die als bijvangst van de visserij werden aangeland, is gebleken dat het dieet hier vooral bestaat uit griet, kabeljauw, schar, pitvis, grondel (*Gobiidae*), poon (*Triglidae*), schelvis, haring, dwergtarbot, schol, pollak, zandspiering (*Ammodytidae*), koolvis, tong, gevlekte griet, *Trisopterus* sp., tarbot, wijting en hondstong. Er bleek een grote gelijkenis te bestaan tussen de diëten van grote kabeljauw en grijze zeehond. Het verschil tussen deze predatoren bestond er vooral uit dat laatstgenoemde soort grotere prooien consumeerde. De numeriek belangrijkste prooi was ook hier de zandspiering.

II.3.3. Schotland

Rae, 1973, Schotland

Dit is een uitgebreide studie naar het dieet van grijze zeehonden langs de Schotse kust. Daarin is het materiaal van 368 exemplaren verwerkt en de gegevens zijn geheel gebaseerd op analyses van de inhoud van magen van gedode grijze zeehonden (Rae, 1968). Voor een deel waren dit dieren verdronken in visnetten of gedood door vissers. Om een representatief beeld te krijgen van alle locaties waar grijze zeehonden verblijven is getracht ook op andere plaatsen zeehonden voor maaganalyses te schieten. Dit voornemen kon niet geheel worden gerealiseerd. Op geïsoleerde delen van de kust bleek het niet mogelijk om materiaal van geschoten dieren af te voeren. In totaal werden 241 magen van grijze zeehonden, verzameld tussen 1967 en 1971, geanalyseerd. Van de onderzochte magen was 41.9% leeg, 139 magen bevatten identificeerbare voedselresten.

Naast de hierboven genoemde prooien werd in een beperkt aantal magen de resten aangetroffen van verschillende soorten ongewervelde dieren. Determineerbaar waren: een krab, heremietkrab, enkele garnalen, inktvissen, enkele wormen en een

zeevogel. Het percentage zalmen dat in het dieet aanwezig was verschilde niet duidelijk tussen oost-, noord- en West-Schotland. Terugrekenend naar gewichtspercentages is het aandeel van de zalm in het dieet van de Schotse zeehonden overigens aanzienlijk groter dan Tabel 11 suggereert. Omgerekend naar gewicht blijkt de zalm 75% van het dieet van de onderzochte zeehonden uit te maken. De grootste zalm die werd aangetroffen woog 9.98 kg. Het is opvallend hoe sterk de menukeuze afwijkt van wat in latere studies is gevonden.

Tabel 11. Dieet van grijze zeehonden verzameld op een groot aantal haul-outs verspreid over Schotland uit 1967-1971, aan de hand van maaganalyses. De getallen geven weer in hoeveel procent van de magen de betreffende soort is aangetroffen (Rae, 1973).

Prooi	% van de magen waarin deze prooi aanwezig was
Zalm	26.6
Zeeforel	2.2
Kabeljauw	10.8
Schelvis	2.9
Steenbolk	0.7
Dwergbolk	0.7
Kever	2.2
Wijting	10.8
Koolvis	17.3
Leng	0.7
Schol	0.7
Bot	0.7
Haring	2.2
Zeewolf	0.7
Pitvis	0.7
Snotolf	3.6
Aal	0.7
Horsmakreel	0.7
Rog, ondet.	2.2

II.3.3.1. Atlantisch Schotland

Hammond et al., 1994a, Orkneys en noordoost Schotland

Een uitvoerige studie op basis van 993 faeces monsters van grijze zeehonden van de Orkneys en het uiterste noordoostelijk puntje van Schotland uit de maanden februari, juni, augustus en november 1985. Ongeveer de helft (op gewichtsbasis) van de door grijze zeehonden gegeten prooien bestond uit zandspieringen, het percentage gegeten exemplaren van deze prooi was echter veel hoger: meer dan 95%. Dit betekent dat, hoewel kabeljauwachtigen in sommige maanden meer dan 50% van de totale hoeveelheid gegeten vis uitmaken, het aantal gegeten exemplaren maar 2,6% van de totale consumptie uitmaakt. Het resultaat van deze studie vertoont het al eerder gesignaleerde beeld: de dieetsamenstelling verschilt van plaats tot plaats en van maand tot maand. Plaatselijk kunnen platvissen en zeedonderpaden een relatief belangrijk deel van de prooi uitmaken. Zandspieringen (zowel *Ammodytes marinus*, *Gymnammodytes semisquamatus* als *Hyperoplus lanceolatus*) werden vooral gegeten het vroege voorjaar en in de zomer en het minst in november. Het aandeel van de verschillende soorten zandspiering in de loop van het jaar wisselde vrij sterk. Dit

beeld komt overeen met het werk van Prime & Hammond (1990, zie Tabel 17). Het feit dat zowel grote leng (een vis van open water, ver van de kust) als kleine leng (die voorkomt in ondiep kustwater) werden aangetroffen geeft aan dat tenminste een deel van de grijze zeehonden soms ver van de kust foerageerde. Opvallend is dat zalmen in deze dieetstudie geheel ontbreken. Grijze zeehonden werden echter wel waargenomen in de buurt van visnetten. Het is mogelijk dat het ontbreken van de zalm in de faeces een gevolg is van het feit dat de koppen van zalmen niet werden gegeten. De studie bevestigt in grote lijnen de eerder door Mason et al. (1985) in hetzelfde gebied gevonden resultaten. Laatstgenoemde vond echter ook pelagische soorten als haring en makreel, soorten die in studie van Hammond et al. ontbreken.

Grijze zeehonden rond de Orkneys passen verschillende foerageerstrategieën toe. Soorten als kabeljauw en wijting worden af en toe gevangen. Op sommige locaties vormen donderpadachtigen een vast bestand van het dieet. Andere soorten, zoals schol en zandspieringen worden gegeten al naar gelang er zulke prooien beschikbaar zijn. Weer andere soorten, zoals tongschar en hondstong, worden op één locatie gevangen en elders nergens. Dit kan een gevolg zijn van de beschikbaarheid van een bepaald habitatype voor die betrokken vissoort. Uit deze gegevens komt een beeld naar voren van opportunisme, waarbij individuele zeehonden, afhankelijk van de mogelijkheden, bepaalde specialismen ontwikkelen en toepassen.

Tabel 12. Dieet van grijze zeehonden afkomstig van de Orkneys en de noordoostelijke punt van Schotland (1993 faeces) in verschillende maanden van het jaar. Het betreft gegevens uit 1985, uitgedrukt naar gewichtpercentages, op basis van analyses van faeces. De gegevens zijn uitgesplitst per regio: N=noord, W=west, E=oost, S=zuid. De categorie Diversen bestaat uit verschillende donderpadsoorten en Horsmakreel (Hammond et al., 1994a).

Prooi	feb				jun/aug		nov		
	N	W	E	S	S	N	W	E	S
Kabeljauw	6	5	21	6	10	16	13	10	10
Wijting	2	3	4	2	1	3	1	4	35
Schelvis		4	1	2	4	4	4	1	4
Koolvis	2	1	5	13	1	11	7		3
Leng	34	12		1	7	5	16	11	4
Kabeljauwachtigen	44	25	31	24	23	39	41	26	56
Schol	1	1	37	17	5		2	4	2
Tongschar	4	5	1	1	1	5	1	12	1
Scharretong	2	1	2	1			3	5	
Hondstong	1	3	11	3		2		7	5
Platvissen	8	10	15	22	6	7	6	28	8
Zandspiering sp.	48	54	8	54	68	38	44	38	28
Diversen		10	2			2	10	6	8

Hammond et al., 1994b, Inner en Outer Hebrides, Schotland

In deze uitvoerige studie, op basis van materiaal uit verschillende maanden in 1985, bleek 40% of meer van het dieet van grijze zeehonden te bestaan uit kabeljauwachtigen, met name uit leng, kabeljauw en wijting, waarbij sommige soorten vooral in de zomer werden aangetroffen en andere juist weer in de winter en er tevens duidelijke verschillen in de dieetsamenstelling tussen gebieden aanwijsbaar waren. Ook platvissen waren in sommige gebieden een talrijke prooi. In deze studie komt hetzelfde beeld naar voren: de dieetsamenstelling veranderde gedurende het seizoen en van gebied tot gebied.

Tabel 13. Dieet van grijze zeehonden afkomstig van de Outer Hebrides (511 monsters), the Minth en de Inner Hebrides (samen 238 monsters) in verschillende maanden van het jaar. Het betreft gegevens uit 1985, uitgedrukt in gewichtpercentages, op basis van analyses van faeces. In de categorie diversen omvat de categorie gemerkt met een (1) 28% makreel, (2) bestaat geheel uit gevlekte lipvis en van de 10% van (3) is 5% tongtschar. (Hammond et al., 1994b)

Prooi	Outer Hebrides						Minth/Inner Hebrides							
	North		Monach Isles (central)				South		North		Minch (central)			South
	jan	nov	jan	jun	aug	nov	jan	nov	jan	nov	jan	aug	nov	jan
Kabeljauw	3	10	4	19	6	13	5	14	10	13	4	39	9	29
Wijting	1		4	2	12	15	13	3	17	2	9	10	2	2
Schelvis	10		3	6	7	3	4	7	2		3			
Koolvis			8	7	4	3		4	7	2	3		11	3
Pollak		7	3	1	4		12	3		39				
Leng	8		24	23	5	7	7	15	6	24	31	11	24	4
<i>Phycis blennoides</i>			5	7	2	2	3	6						
Kever	1		2	2	5	7		2	1					
Kabeljauw-achtigen	24	17	55	68	46	50	44	55	45	80	50	60	47	38
Schol	2	9	8	5	6	2	15							5
Scharretong	28		5	8	4	11	4	18				1	1	
Hondstong					3		5	8	6		31	3	8	2
Platvissen	30	9	13	13	14	13	25	26	6		31	4	11	7
Zandspiering sp.	43	7	25	18	32	23	15				13	4		8
Congeraal		65	5		5	10	13	13	15	8			25	
Horsmakreel		1	1		2	2				4		5	3	
Haring			1		1				3	3		5		
Octopus	3						2	3			2		5	37
Pijlinktvis										3	1		4	
Diversen		1		1		2	1	3	31(1)	2	3	22(2)	5	10(3)

In vergelijking tot andere gebieden langs de Engelse en Schotse kust maken pelagische vissoorten als haring, makreel en horsmakreel een belangrijker deel van het voedselpakket uit. De zandspiering bleek minder belangrijk te zijn dan aan de Engelse oostkust. Dit komt waarschijnlijk omdat het geprefereerde habitattype, vlakke gebieden met een zandige of kiezelbodem, hier minder voorkomt. Overigens is de zandspiering ook in deze studie numeriek verreweg de belangrijkste prooi. Dankzij het feit dat het een vrij kleine vis betreft, scoort de soort vrij laag wanneer de dieetkeuze wordt uitgedrukt in gewichtpercentages. De 65% congeraal die in november is bemachtigd in de Outer Hebrides, is terug te voeren op het beperkte aantal monsters dat uit deze maand in het betreffende gebied is onderzocht. Ook in deze dieetstudie ontbreekt de zalm.

II.3.3.2. Oostkust Schotland

Thompson et al., 1996, Moray Firth, Schotland

Een uitvoerige studie in de Moray Firth, noordoost Schotland, waarin onderzoek is uitgevoerd naar het verspreidingspatroon en de dieetkeuze van zowel gewone als grijze zeehonden. Hierbij is gebruik gemaakt van zowel radio- als satellietmetrie, tellingen, zichtwaarnemingen en faecesanalyses, om de dieetkeuze vast te stellen.

Sterke kant van het onderzoek is daarmee dat niet alleen inzichtelijk wordt gemaakt welke prooidiersoorten worden gegeten maar ook dat duidelijk wordt dat grijze zeehonden (tenminste de exemplaren in de Moray Firth in de zomer) weinig plaatstrouw zijn en grote afstanden afleggen tijdens hun foerageertochten. Vaak waren de zeehonden tijdens een 'gewone' foerageertrip meer dan 100 km verwijderd van hun haul-out plaats, de grootste verplaatsing die werd gemeten bedroeg 145 km. Van de vijf gezenderde grijze zeehonden verdwenen er vier voor langere tijd naar gebieden op 125-365 km afstand. Omgekeerd bleken ook grijze zeehonden van andere broedkolonies aan de Engelse en Schotse oostkust in de zomer en herfst de Moray Firth te bezoeken, zowel om er te foerageren als om er gedurende enige tijd te rusten. De soort blijkt hier veel mobieler te zijn dan de gewone zeehond, die een veel sterkere plaatstrouw aan het gebied rond de Moray Firth vertoont. De menukeuze van de grijze zeehonden in de Moray Firth is weergegeven in Tabel 14. Het is waarschijnlijk dat zeehonden die ver op zee foerageren hun faeces in zee deponeren. Het is daarom zeer wel denkbaar dat de faeces die zijn onderzocht afkomstig zijn van zeehonden die relatief dicht bij de haul-out plaats foerageren. Mogelijk is de gevonden menukeuze, zoals weergegeven in Tabel 14, daarom niet geheel representatief voor de gehele populatie en zijn de in de kustzone voorkomende vissoorten enigszins oververtegenwoordigd.

Tabel 14. Prooien van grijze zeehonden in de Moray Firth, Schotland, op basis van onderzoek van 85 faeces. De gegevens zijn uitgedrukt in percentages van het aantal gegeten prooien en in gewichtspercenten (Thompson et al., 1996).

prooi	frequentie van voorkomen van de prooien (%)	% van het dieet (op gewichtsbasis)
Haring	1.7	0.8
Kabeljauw	4.1	2.1
Wijting	7.3	1.3
Koolvis	1.7	3.3
Leng	2.4	0.3
zandspiering sp.	62.5	69.1
Schar	2.4	3.0
Bot	4.9	6.9
Tongschar	1.7	1.0
Schol	3.2	3.4
Octopus	4.1	8.0
Andere prooien	4.1	0.7

McConnell et al., 1999, Noordzee

Het betreft geen dieetstudie maar een uitgebreid onderzoek naar de trekbewegingen van grijze zeehonden op basis van satelliet-telemetrie. In 88% van de waargenomen reizen van grijze zeehonden, van de haul-out plaatsen naar de foerageergebieden, betrof het tochten van gemiddeld 2,3 dagen naar gebieden op de Noordzee op een afstand van 40 km. De zeehonden hadden een grote voorkeur voor gebieden met een zandige of kleiige bodem, gebieden waarvan bekend is dat er veel zandspieringen voorkomen. Uit registraties van de dieptes waarop werd gedoken is gebleken dat de zeehonden vaak doken tot op de zeebodem, de plaats waar ook de grootste concentraties zandspieringen kunnen worden aangetroffen. Hieruit is afgeleid dat het tochten naar foerageergebieden betrof, waarbij vooral op zandspiering werd gevestigd. Gedurende 43% van de tijd werd gefoerageerd binnen een straal van 10 km vanaf de

haul-out plaatsen. Mogelijk proberen de zeehonden hiermee de kans op predatie door b.v. orca's te verkleinen.

Carter et al., 2001, omgeving Aberdeen, Schotland

Het veldwerk in het kader van deze studie vond plaats in de omgeving van Aberdeen, in de monding van de rivieren Dee en Don. Getracht is om de menukeuze van zowel gewone als grijze zeehonden vast te stellen op basis van waarnemingen van prooien waarmee de zeehonden boven water kwamen. Ook 's avonds en 's nachts werd waargenomen, gebruik makend van de verlichting van wegen en van lampen op de brug over het estuarium van de Don. Onduidelijk is wat deze waarnemingen zeggen over de werkelijke menukeuze van zeehonden. Voorstelbaar is namelijk dat ook prooien (zeker kleinere) onder water worden gegeten en dat hierdoor één of mee soorten prooiorganismen geheel of gedeeltelijk worden gemist. Pogingen om ook faeces van zeehonden te verzamelen hebben weinig opgeleverd. Bovendien bleek dat maar van één grijze zeehond waarnemingen konden worden verzameld, ondanks het feit dat beide soorten zeehonden vrij talrijk in het mondingsgebied van de Dee en de Don voorkomen. Het resultaat van deze studie is derhalve zeer mager: van één grijze zeehond werd waargenomen dat vier zalmachtigen en een onbepaalde rondvis werden gegeten.

II.3.4. Oostkust Engeland

Prime & Hammond, 1990, Lincolnshire, oost Engeland

Faecesonderzoek van grijze zeehonden van Donna Nook, Lincolnshire, UK, werd uitgevoerd aan de hand van otolieten. Via correctiefactoren die werden berekend aan de hand van experimenten met in gevangenschap gehouden zeehonden werd gecorrigeerd voor grootteveranderingen van de otolieten onder invloed van het verteringsproces. Drie soorten domineerden het dieet: zandspieringen, kabeljauw en tong. Deze soorten waren goed voor 56.2% van het dieet (op gewichtsbasis). In de voorjaarsmaanden werd relatief veel platvis gegeten, zandspiering vooral in de zomer. Met name in mei werd veel tong gegeten. In deze periode van het jaar is deze soort algemeen in het kustgebied van de Humber en de Wash omdat er in deze tijd in deze kustgebieden eieren worden afgezet. In oktober werd wederom veel kabeljauw gegeten, in de laatste maanden van het jaar juist weer veel platvis en rondvis, maar geen zandspiering. Het dieet van deze grijze zeehonden per maand is weergegeven in Tabel 15.

Zachte, verteerbare voedselresten kunnen via deze onderzoekstechniek niet worden gedetecteerd. Naar de inschatting van de onderzoekers vormen deze prooien echter geen belangrijke bijdrage aan het dieet. Resten van garnalen waren alleen in het begin van het jaar in de faeces aanwezig. Waarschijnlijk worden deze prooien alleen door jonge grijze zeehonden gegeten, net na de lactatie-periode. Aangezien een deel van het dieet bestaat uit smelt, een zandspieringsoort die alleen op enige afstand van de kust voorkomt, moeten ook de onderzochte grijze zeehonden regelmatig ver van de kust hebben gevoerageerd. Uit de grootteklasse-verdeling van de kabeljauw (veel exemplaren van 35 cm en meer) is af te leiden dat ook op deze soort gedurende het

gehele jaar werd gevist op grotere afstand van de kust. Op basis van deze gegevens is berekend dat de grijze zeehonden die van Donna Hook gebruik maken, een actieradius hebben van 135 km. Dit betekent dat de Humber, het zuidelijk deel van de Doggersbank, de Norfolk Banks, de Wash en de gehele noordkust van East Anglia door deze dieren worden bezocht.

Tabel 15. Dieet van grijze zeehonden van Donna Hook, Lincolnshire, UK, in 1985 aan de hand van fecesanalyses. De gevonden zandspieringen konden, vanwege de sterkte gelijkenis van otolieten, niet op soort worden gedetermineerd. De gegevens zijn omgerekend naar percentages versgewicht (Prime & Hammond, 1990).

Prooi	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	gemiddeld
N monsters	56	21	51	10	83	40	48	42	34	19	40	37	
Zand spiering sp.	28.9	31.5	21.4	2.6	1.8	48.3	34.2	45.8	63.5	34.4	4.3	0.6	26.4
Kabeljauw	24.3	26.1	13.3	14.8	12.3	24.6	0.9	3.5	10.6	50.0	11.5	19.3	17.6
Tong	10.4	3.7	22.5	12.2	64.5	8.0	8.9	1.7	1.2		8.7	4.1	12.2
Schar	4.4		5.4	6.4	1.9	9.0	11.1	12.2	2.1	0.3	6.3	36.5	8.0
Bot	1.2	1.3	9.5		7.3		13.1	18.5	0.5		12.3	26.5	7.5
Schol	4.8	2.7	4.6	37.9		4.3	12.9		0.1		3.0	2.7	6.1
Wijting	7.1	15.0	9.9	4.2	2.2	2.3	10.5	1.8	3.7	0.6	7.9	9.6	6.2
Pitvis	4.5	4.8	4.4	2.9	2.9	0.5	5.8	8.4	10.0		9.2		4.5
Zeedonderpad	1.2	1.9	1.8	2.9	0.3			0.5	1.2	9.2	31.5		4.2
Haring	0.2	0.4		2.4			0.3	0.2	6.6	3.0	2.1		1.3
Groene Zee-donderpad	3.6	8.1	0.4	1.4				0.7					1.2
Dwergbolke	7.2	2.1	3.7		0.1			0.2					1.1

Hammond & Hall, 1994, Farne Islands, oostkust Engeland

Deze studie gaat in op het dieet van grijze zeehonden van de Farne Islands, aan de Engelse oostkust, in de zomer. Er zijn twee onderzoekstechnieken toegepast die worden vergeleken. Het materiaal werd verzameld van april-september 1992. De eerste techniek maakt gebruik van gevangen zeehonden, waarvan de maag- en darminhoud wordt uitgespoeld. Deze dieren werden ten behoeve van het onderzoek verdoofd met een anestheticum, waarna via een slang door de slokdarm de maag werd uitgespoeld. De tweede techniek gaat uit van analyses van faeces die werden verzameld op haul-out locaties. De resultaten, weergegeven in Tabel 16, zijn ook vergeleken met maaganalyses van in 1981 rond de Farne Islands geschoten grijze zeehonden (Tabel 11). Alle onderzoekstechnieken wijzen zandspieringen aan als de belangrijkste prooi, een bevestiging van eerdere studies zoals die van Prime & Hammond (1990). Dit is met name het geval wanneer de gegevens worden uitgedrukt in percentages van het aantal gevangen prooien, maar ook wanneer de gegevens worden omgerekend naar percentages versgewicht. In alle drie studies maken zandspieringen 67-95% van het dieet uit, kabeljauwachtigen 1-29% en overige soorten 1-3%.

Tabel 16. Prooien van grijze zeehonden rond de Farne Islands, oostkust Engeland, in de zomer 1992, op basis van maag- en darminhoudsanalyses van levende dieren (1109 monsters), analyses van otolieten en onverteerde restanten in faeces (2156 monsters) en maaginhouden van geschoten dieren (529 monsters). De gegevens zijn omgerekend naar percentages versgewicht (Hammond & Hall, 1994).

Prooi	maag- en darminhoud	faeces	maaginhoud
Kabeljauw	10.6	0.3	
Wijting	12.9	0.1	13.0
Schelvis	0.2		
Vijfdradige meun	5.3		
Zandspiering sp.	69.1	95.3	84.3
Haring		4.3	
Sprot	0.7		0.6
Pitvis	0.6		1.3
Labrus mixtus	0.6		
Pijlinktvis			0.8

II.3.5. Andere studies

Pauly et al., 1998, Canada en Groot Brittannië

Pauly et al. (1998) hebben voor 97 soorten zeezoogdieren een selectie van de bestaande literatuur samengevat en de menukeuze in gewichtspercentages uitgedrukt. Hierbij is voor de grijze zeehond gebruik gemaakt van de bronnen Murie & Lavigne (1992), Bowen & Harrison (1994), Bowen et al. (1993) en Hammond et al. (1994a). Op basis van deze vier referenties vatten zij het dieet van de grijze zeehond als volgt samen:

- 15% bodembewonende ongewervelde dieren
- 5% kleine inktvissen
- 30% kleine pelagische vissen
- 45% rondvis (diverse soorten)
- 5% zeevogels (en eventueel mariene zeezoogdieren en/of schildpadden)

Van de geselecteerde literatuurreferenties hebben er drie betrekking op Canadees onderzoek en slechts één op Europees werk. Uit verschillende referenties is gebleken dat grijze zeehonden hun dieet kiezen op basis van welke prooi-soorten beschikbaar en vangbaar zijn en de uitkomsten van de samenvatting van Pauly et al. kunnen derhalve nogal afwijken van wat er in Europese wateren wordt gegeten.

II.4. Conclusie en discussie

Kennis over de ligging en de omvang van de foerageergebieden van grijze zeehonden is o.a. van belang voor de implementatie van de EU-Habitatrichtlijn. Op basis van deze richtlijn dienen de belangrijke habitats van zowel de gewone als de grijze zeehond beschermd te worden. Hiertoe worden niet alleen de haul-out plaatsen en voortplantingsgebieden in de Waddenzee en de Delta gerekend te maar zeker ook de foerageergebieden in de Waddenzee en de Noordzee. Tot op heden is in Nederland zeer weinig onderzoek uitgevoerd naar het dieet van zowel gewone als grijze zeehonden. Deze verkennende literatuurstudie fungeert als eerste stap om na te gaan of het mogelijk is dieetstudies aan grijze zeehonden uit te voeren en na te gaan welke methode daarvoor het meest geschikt is.

Eén van de meest opmerkelijke uitkomsten van dit verkennende literatuuronderzoek is het grote verschil in de uitkomsten van het 'oude' onderzoek van Rae (1973) en de uitkomsten van latere studies. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat in de studie van Rae de inhoud van magen is onderzocht en dat in het geval van de meeste andere onderzoeken meestal gebruik is gemaakt van onderzoek van faeces. Mogelijk is deze discrepantie ten dele terug te voeren op de gewoonte van grijze zeehonden om de koppen van gevangen zalmen af te bijten waardoor, geen otolieten van deze vissoort in de maag, de darm of in de faeces kunnen worden gevonden. Hiermee wordt tegelijk de vinger gelegd op enkele zwakke plekken van de toegepaste onderzoekstechnieken:

- Wanneer alleen maaginhouden worden onderzocht wordt alleen een beeld verkregen van de menukeuze in de periode vlak voor de dood van de betreffende zeehond. Het is uit de geraadpleegde literatuur niet duidelijk geworden hoe lang in de maag herkenbare restanten achterblijven, maar waarschijnlijk zijn vleesresten binnen een halve dag verteerd. Harde delen (graten, otolieten, wervels) zullen langer herkenbaar blijven. In het onderzoek van Rae wordt uit de beschrijving van de toegepaste onderzoeksmethode echter niet duidelijk dat dergelijke delen voor de identificatie van de prooidierkeuze zijn gebruikt. Dit betekent dat het onderzoek van Rae alleen een beeld geeft van het dieet van grijze zeehonden van locaties in de directe omgeving van de kust. Uit satelliettelemetrisch werk is echter gebleken dat de meeste grijze zeehonden foerageren op enige afstand van de kust en dat zeehonden vaak enkele dagen niet op een haul-out plek verschijnen maar op zee doorbrengen. Hieruit moet worden geconcludeerd dat maagonderzoek dus alleen een beeld geeft van de laatste dag van een dergelijke foerageertocht.
- Naast onderzoek van magen van geschoten zeehonden is het ook mogelijk om maaginhouden te onderzoeken van verdoofde zeehonden. Deze methode is toegepast door Hammond & Hall (1994). Voordeel van deze arbeidsintensieve techniek is dat de zeehonden in leven blijven en er slechts 1 maaginhoud bij inschieten. Deze methode is, blijkens de beschreven studie, goed uitvoerbaar maar heeft dezelfde nadelen als onderzoek van maaginhouden van geschoten zeehonden.
- Onderzoek naar de aanwezigheid van otolieten geeft een beter beeld van de dieetkeuze omdat er resten kunnen worden aangetroffen van prooien die in de laatste dagen zijn gegeten (Prime & Hammond, 1987). Wanneer een foerageer-

tocht echter meerdere dagen duurt zal ook deze onderzoekstechniek geen juist beeld opleveren van de dieetsamenstelling van de eerste dag dat een zeehond op zee is. Denkbaar is dat prooien die verder op zee zijn geconsumeerd (waaronder zandspiering) al zijn verteerd voordat de zeehonden weer in de kustwateren zijn aangekomen, waar, bij wijze van toetje, ook nog enkele rondvissen, worden gegeten. Bijkomend probleem is dat de otolieten van haringachtigen en zandspiering veel fragieler zijn en sneller verteren dan otolieten van kabeljauwachtigen (Murie & Lavigne, 1985a, Jobling & Breiby, 1986). Waarschijnlijk is het aandeel van deze soorten in het menu van grijze zeehonden in de bestudeerde literatuur daardoor onderschat. Uit verteringsexperimenten van Murie & Lavigne (1985b) is gebleken dat zes uur na het eten van haringen nog maar 70% van de otolieten kon worden teruggevonden en dat in 46% van deze otolieten sporen van aantasting door maagzuren aantoonbaar waren. Otolieten van kabeljauwachtigen zijn robuuster en ongevoeliger voor verteringssappen (Frost & Lowry, 1980). In de geraadpleegde literatuur wordt voor dit effect niet gecorrigeerd.

Uit het otholietwerk op basis van faecesonderzoek is gebleken dat zandspiering op veel plekken (Engeland, Ierland, Noorwegen, Canada) een kwantitatief zeer belangrijke prooi is en dat dit, tenminste in sommige maanden, ook op gewichtsbasis zo is. Vergelijking van de resultaten van onderzoek, dat met behulp van faeces en de daarin aangetroffen otolieten is uitgevoerd, met andere typen van onderzoek heeft bevestigd dat de belangrijkste foerageergebieden van grijze zeehonden aan de Engelse oostkust overeenkomen met de gebieden waar veel zandspieringen voorkomen. Telemetrisch onderzoek heeft niet alleen aangetoond dat grijze zeehonden vaak dichtbij de zeebodem foerageren (Thompson et al., 1991, McConnell et al., 1999) maar ook dat de locaties waar wordt gefoerageerd overeenkomen met gebieden met een zandige bodem met veel grind. Dat zijn ook gebieden waarvan bekend is dat er veel zandspieringen voorkomen. Dit verklaart het numeriek hoge percentage zandspiering en ook platvis dat in verschillende dieetstudies is gevonden.

In alle gevallen is gebleken dat de menukeuze van grijze zeehonden zeer divers is, verschillend per gebied en verschillend naar gelang het seizoen. Verschillende dieetstudies suggereren dat individuele grijze zeehonden bepaalde foeragespecialismen kunnen ontwikkelen (Hammond et al., 1993). Dit geeft aan dat, wanneer mogelijk, een groot aantal faeces op een bepaalde plek verzameld dienen te worden om de kans van het verzamelen van faeces van een voedselspecialist, niet te zwaar te laten meetellen. Bij het verzamelen van faeces is het echter op sommige plaatsen zeer moeilijk is om voldoende hoeveelheden te bemachtigen.

Een belangrijke aanvullende conclusie is dat de dieetkeuze van grijze zeehonden bepaald lijkt te worden door het relatieve voorkomen van vissoorten (zie o.a. Bowen & Harrison, 1994). Over het algemeen worden talrijke en wijd verbreide soorten ook het meest in het dieet van de zeehonden aangetroffen. Vergelijkbare resultaten zijn gevonden bij zeeleeuwen *Zalophus californianus* (Bailey & Ainley, 1982) en zeeberen *Callorhinus ursinus*. Een door Anderson (1992) uitgevoerde vergelijking bij de grijze zeehond laat hetzelfde beeld zien. Op basis hiervan mag worden verondersteld dat

grijze zeehonden in de Waddenzee waarschijnlijk regelmatig de Noordzee opgaan om er te foerageren en daar een dieet zullen vinden dat, zeker 's zomers, voor een groot deel uit zandspiering zal bestaan. Daarnaast zal de samenstelling voor een belangrijk deel worden bepaald door de samenstelling van de visfauna in, met name, de kustgebieden.

Op basis van het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat onderzoek naar de samenstelling van het dieet diverse voetangels kent en dat elk van de toegepaste technieken ook duidelijk nadelen heeft. De enige manier die optimale resultaten zou kunnen bieden is het schieten van grijze zeehonden in de foerageergebieden, gecombineerd met een maaginhoud-analyse. Deze techniek heeft echter zowel ethische als grote praktische bezwaren en is om die reden niet aan te bevelen. Momenteel lijkt alleen faeces-analyse de mogelijkheid te bieden om een beeld te krijgen van de voedselconsumptie van de laatste dagen. Ook een analyse van de beschikbare hoeveelheid vis in het kustgebied kan, gelet op de relatie tussen de consumptie en het aanbod, al veel bruikbare informatie opleveren. Aanbevolen wordt om van verschillende locaties waar zich haul-outs van grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee bevinden faecesmonsters te verzamelen, bij voorkeur op verschillende momenten in de loop van het jaar en, gelet op de specialismen die sommige zeehonden ontwikkelen, ook in voldoende mate.

Literatuur

- Abt. K.F., N. Hoyer, L. Koch & D. Adelung, 2002. The dynamics of grey seals *Halichoerus grypus* off Amrum in the south-eastern North Sea – evidence of an open population. J. Sea Res. 47: 55-67.
- Anderson, S.S., 1992. *Halichoerus grypus* (Fabricius, 1791) - Kegelrobbe. In: J. Niethammer & F. Krapp (eds.), Handbuch der Säugetiere Europas, Vol. 6/2 (Robben - Pinnipedia), p. 97-115. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Argos, 1989. Guide to the Argos system CLS/Service Argos, Toulouse.
- Arnett, R.T.P. & J. Whelan, 2001. Comparing the diet of cod (*Gadus morhua*) and grey seals (*Halichoerus grypus*): An investigation of secondary ingestion. J. Mar. Biol. Assn. UK 8: 365-366.
- Bailey, K.M. & D.G. Ainley, 1982 The dynamics of California sea lion predation on Pacific hake Fish Res 1: 163-176.
- Bonner, W.N., 1981. Grey seal. In: S.H. Ridgway & R.J. Harrison (eds.), Handbook of Marine mammals, Vol. 2, p. 111-144. Academic Press, London.
- Bowen, W.D. & G.D. Harrison, 1994. Offshore diet of grey seals *Halichoerus grypus* near Sable Island, Canada. Mar. Ecol. Progr. Ser. 112: 1-11.
- Bowen, W.D., J.W. Lawson & B. Beck, 1993. Seasonal and geographic variation in the species composition and size of prey consumed by grey seals (*Halichoerus grypus*) on the Scotian shelf. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 1768-1778.
- Bowen, W.D. & G.D. Harrison, 1996 Comparison of harbour seal diets in two inshore habitats of Atlantic Canada. Can. J. Zool. 74: 125-135.
- Bjørge A., 1995 Comparative habitat use and foraging behaviour of harbour seals and grey seals in western Norway. ICES CM 1995/N:1, 13 pp.
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders, 2001. Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2. Effecten van extra doorvaart door de Oliegeul. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders, 1999. Behaviour of satellite tagged naïve harbour seals released in the wild. Abstract 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Hawaii.
- Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders, 1995. Ecological profile Harbour seal. ISBN 90-369-3431-1.

- Carter, T.J., G.J. Pierce, J.R.G. Hislop, J.A. Houseman & P.R. Boyle, 2001. Predation by seals on salmonids in two Scottish estuaries. *Fish. Managem. and Ecol.* 8: 207-225.
- Caudron, A.K., 1997. The structure and behavior of the grey seal *Halichoerus grypus* breeding group of the Dutch Wadden Sea. *Ambio* 26: 404.
- CWSS, 2002. Conservation and Management Plan for the Wadden Sea Seal Population, 2002-2006. Esbjerg Declaration, Ministerial Declaration of the Ninth Trilateral Governmental Conference on the Protection of the Wadden Sea. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, 26-37.
- Damuth, J.D., 1987. Interspecific allometry of population density in mammals and other animals: the independence of body mass and population energy-use. *Biol. J. Linnnean Soc.* 31: 193-246.
- da Silva, J. & J.D. Neilson, 1985. Limitations of Using Otoliths Recovered in Scats to Estimate Prey Consumption in Seals. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.* 42: 1439-1442.
- Davis, R.W., T.M. Williams & G.L. Kooyman, 1985. Swimming metabolism of yearling and adult Harbour Seals *Phoca vitulina*. *Physiol. Zool.* 58: 590-596.
- Dekker, W. & J.J. de Leeuw, 2003. Bird-fisheries interactions: the complexity of managing a system of predators and preys. In: I.G. Cowx (ed.). *Interactions between fish and birds: implications for management*, p. 3-13. Fishing news books, Blackwell Science, Oxford.
- Dehnhardt G., B. Mauck, W. Hanke & H. Bleckmann, 2001. Hydrodynamic trail-following in harbour seals (*Phoca vitulina*). *Science* 293: 102-104.
- Fadely, B.S., G.A.J. Worthy & D.P. Costa, 1990. Assimilation efficiency of marine mammals determined using dietary manganese. *J. Wildl. Managem.* 54: 246-251.
- Fancy, S.G., L.F. Pank, D.C. Douglas, C.H. Curby, G.W. Garner, S.C. Amstrup & W.L. Regelin, 1988. Satellite telemetry: a new tool for wildlife research and management. *US Fish Wildl. Serv. Resour. Publ.* 172, 54pp.
- Fedak, M.A. & B.J. McConnell, 1993. Observing seals by satellite, open ocean behaviour of southern elephant seals. *NERC News*, April 1993, 26-27.
- Fedak, M.A., B. McConnell & A. Martin, 1984. Marine mammal tracking. *ARGOS News* 19:3-4.
- Fonds, M., 1978. The seasonal distribution of some fish species in the Western Dutch Wadden Sea. In: Wolff (ed.), *Fishes and fisheries of the Wadden Sea*. Rep. 5 Wadden sea Working Group Sea, 42-77.

- Fowler, C.W., 1988. Population dynamics as related to rate of increase per generation. *Evol. Ecol.* 2: 197-204.
- Frost, K.J. & L.F. Lowry, 1980. Feeding of ribbon seal (*Phoca fasciata*) in the Bering Sea in spring. *Can. J. Zool.* 58: 1601-1607.
- Gales, N.J. & A.J. Cheal, 1992. Estimating diet composition of the Australian sea-lion (*Neophoca cinerea*) from scat analysis: An unreliable technique, *Wildlife-Research*, 19 (4): 447-456.
- Goulet, A-M., M.O. Hammil & C. Barrette, 1999. Quality of satellite telemetry locations of gray seals (*Halichoerus grypus*). *Mar. Mamm. Sci.* 15: 589-594.
- Grahl-Nielsen, O. & O. Mjaavatten, 1991. Dietary influence on fatty acid composition of blubber fat of seals as determined by biopsy: A multivariate approach. *Mar. Biol.* 110: 59-64.
- Grahl-Nielsen, O.; M.O. Hammill, C. Lydersen, S. Wahlstrom, 2000. Transfer of fatty acids from female seal blubber via milk to pup blubber. *J. Comp. Phys. B-Biochem Sys. Environm. Phys.* 170(4): 277-283.
- Grift, R., 2002. RIVO Jaarrapportage zoute wateren 2000. RIVO Rapport C085/01.
- Grift, R., B. Couperus, J. Craymeersch, C. van Damme & I. Tulp, 2003. Effectketen Noordzee: Schelpdieren-garnalen-demersale vis-pelagische vis. Voortgangs-rapportage 2002. RIVO rapport C062/02.
- Hammond, P.S., A.J. Hall & J.H. Prime, 1994a. The diet of grey seals around Orkney and other island and marine sites in north-eastern Scotland. *J. Appl. Ecol.* 31: 340-350.
- Hammond, P.S., A.J. Hall & J.H. Prime, 1994b. The diet of grey seals in the Inner and Outer Hebrides. *J. Appl. Ecol.* 31: 737-746.
- Hammond, P.S., B.J. McConnell & M.A. Fedak, 1993. Grey seals off the east coast of Britain: distribution and movements at sea. In: I.L. Boyd (ed.), *Marine Mammals: Advances in Behavioural and Population Biology*, p. 211-224. *Symp. Zool. Soc. Lond. No. 66.* Oxford Univ. Press, Oxford.
- Hammond, P.S. & A.J. Hall, 1994. The summer diet of grey seals at the Farne Islands. In: Hammond, P.S. & M.A. Fedak (eds.), *Grey seals in the North Sea and their interactions with fisheries*, p. 23-34. Final report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Cambridge.
- Havinga, B., 1933 Der Seehund (*Phoca vitulina* L.) in den Holländischen Gewässern, *Nederlandse Dierk. Vereen.*, 3: 79-111.

- Härkönen, T., 1986 Guide to the Otoliths of the Bony Fishes of the Northeast Atlantic, Danibu ApS. Biological consultants.
- Härkönen, T., 1987 Feeding ecology and population dynamics of the harbour seal (*Phoca vitulina*) in Kattegat-Skagerrak. Thesis, Göteborg, Sweden.
- Härkönen, T.J., 1988. Food-Habitat Relationships of Harbour Seals and Black Cormorants in Skagerrak and Kattegat, J. Zool. London, 214, 673-681.
- Hobson, K.A., 1999. Tracing origin and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* 120: 314-326.
- Hoekstein, M.S.J. & S.J. Lilipaly, 2002. Vliegtuigtellingen van watervogels en zeezoogdieren in de Voordelta, 2000-2001. Rapport RIKZ/2002.004, Middelburg & Delta Project Management, Culemborg, 57 p.
- Hovenkamp, F. & H.W. van der Veer., 1993. De visfauna van de Nederlandse estuaria: een vergelijkend onderzoek. NIOZ rapport 1993-13.
- ICES, 2002. Report of the workshop on MSVPA in the North Sea. ICES CM 2002/D:04.
- Iverson, S.J., 1993. Milk secretion in marine mammals in relation to foraging: can milk fatty acids predict diet? Symp. Zool. Soc. Lond. 66: 263-291.
- Iverson, S.J., K.J. Frost, S. Lang, C. Field & W. Blanchard, 1998. The use of fatty acid signatures to investigate foraging ecology and food webs in Prince William Sound, Alaska: harbor seals and their prey. *Monitoring and Habitat Use*, 38-117.
- Iverson S.J., K.J. Frost, L.F. Lowry, 1997. Fatty acid signatures reveal fine scale structure of foraging distribution of harbour seal and their prey in Prince William Sound, Alaska. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 151: 255-271.
- Jobling, M. & A. Breiby, 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia* 71: 265-274.
- Jong, G.D.C. de, S.M.J.M. Brasseur & P.J.H. Reijnders, 1997. Grey Seal. In: P.J.H. Reijnders, G. Verriopoulos & S.M.J.M. Brasseur (eds), Status of pinnipeds relevant to the European Union. IBN Scientific Contributions 8, p. 58-75. IBN, Wageningen, The Netherlands.
- Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak and O.F.R. van Tongeren, 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press.
- Keating, K.A., 1994. An alternative index for satellite telemetry location error. *J. Wildl. Managem.* 58: 414-421.

- Keating, K.A., W.G. Brewster & C.H. Key, 1991. Satellite telemetry: performance of animal-tracking systems. *J. Wildl. Managem.* 55: 160-171.
- Leopold, M., 1996. Zeehonden vangen pijlinktvis. *Sula* 10: 105.
- Leopold, M.F., C.J.G. v. Damme, C.J.M. Phillipart & J.N. Winter (2001). Otoliths of North Sea fish: interactive guide of identification of fish from the SE North Sea, Wadden Sea and adjacent fresh waters by means of otoliths and other hard parts, CD-ROM, ETI, Amsterdam.
- Mason, J., A.W. Newton, D.W. McKay & J.A.M. Kinnear, 1985. Fisheries in the Orkney area. *Proceed. Royal Soc. Edinburgh* 87B: 65-81.
- McConnell, B.J. & M.A. Fedak, 1996. Movements of Southern elephant seals. *Can. J. Zool.* 74: 1485-1496.
- McConnell, B.J., C. Chambers, K.S. Nicholas & M.A. Fedak, 1992. Satellite tracking of grey seals (*Halichoerus grypus*). *J. Zool. Lond.* 226: 271-282.
- McConnell, B.J., M.A. Fedak, P. Lovell & P.S. Hammond, 1999. Movements and foraging areas of grey seals in the North Sea. *J. Appl. Ecol.* 36: 573-590.
- Mohn, R. & W.D. Bowen, 1996. Grey seal predation on the eastern Scotian Shelf: modelling the impact on Atlantic cod. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 2722-2738.
- Mohr, E., 1952. Kegelrobbe. In: *Die Robben der europäischen Gewässern*. Paul Schops Verlag, Frankfurt/Main: 152-161.
- Murie, D.J. & D.M. Lavigne, 1992. Growth and feeding habits of grey seals (*Halichoerus grypus*) in the northwestern Gulf of St. Lawrence, Canada. *Can. J. Zool.* 70: 1604-1613.
- Murie, D.J. & D.M. Lavigne, 1985a. A technique for the recovery of otoliths from stomach contents of piscivorous pinnipeds. *J. Wildl. Managem.* 49: 910-912.
- Murie, D.J. & D.M. Lavigne, 1985b. Digestion and retention of Atlantic herring otoliths in the stomachs of grey seals. In: J.R. Beddington, R.J.H. Beverton & D.M. Lavigne (eds.), *Marine mammals and fisheries*, p. 292-299. George Allen & Urwin (Publ.), London.
- Pauly, D., A.W. Trites, E. Capulli & V. Christensen, 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES J. Mar. Sc.* 55: 467-481.
- Piet et al. (in prep), 2003. Fisheries and the removal of ecosystem components. EFEP report WP4 2003.

Pierce, G.J., P.R. Boyle & J.S. Diack, 1991. Identification of fish otoliths and bones in faeces and digestive tracts of seals. *J. Zool.* 224: 320-328.

Prime, J.H. & P.S. Hammond, 1990. The diet of grey seals from the south-western North Sea assessed from analyses of hard parts found in faeces. *J. Appl. Ecol.* 27: 435-447.

Prime, J.H. & P.S. Hammond, 1987. Quantitative assessment of grey seal diet from faecal analysis. In: A.C. Huntley, D.P. Costa, G.A.J. Worthy & M.A. Castellini (eds.), *Approaches to Marine Mammal Energetics*, p. 161-181. Society of Marine Mammalogy, Special Publ. 1. Allen Press, Lawrence, Kansas.

Quedens, G., 1988. Kegelrobber bei Amrum. *Amrum-Chronik* 1988, 44-48.

Rae, B.B., 1968. The food of seals in Scottish waters. *Marine Research* 1968 No. 2. HMSO, Edinburgh; 23 p.

Rae, B.B., 1973. Further observations on the food of seals. *J. Zool., London* 169: 287-297.

Reijnders, P.J.H., 1976 The harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea: size and composition. *Neth. J. Sea Res.* 10: 223-235.

Reijnders, P.J.H., 1991. Zeehonden: grenzeloos aanpassingsvermogen? *Natuur en Techniek* 59: 844-855.

Reijnders, P.J.H., 1992. Retrospective population analysis and related future management perspectives for the harbour seal *Phoca vitulina* in the Wadden Sea. In: N. Dankers, C.J. Smit & M. Scholl (eds), *Proceedings of the 7th International Wadden Sea Symposium, Ameland 1990*, p. 193-197. *Neth. Inst. Sea Res. Publ. Ser.* 20.

Reijnders P., S. Brasseur, J. van der Toorn, P. van der Wolf, I. Boyd, J. Harwood, D. Lavigne & L. Lowry, 1993. Seals, fur seals, sea lions and walrus: status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Seal Specialist Group, Gland, Switzerland. IUCN SSC Seal p ISBN:2-8317-0141-4 (IUCN Ref: B986).

Reijnders, P.J.H. & S.M.J.M. Brasseur, 2003a. Veränderungen in Vorkommen und Status der Bestände von Seehunden und Kegelrobber in der Nordsee – Mit Anmerkungen zum Robbensterben 2002. In: J. Lozán, E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H. von Westernhagen (Hrsg.), *Warnsignale aus der Nordsee: Neue Folge. Vom Wattenmeer bis zur offenen See. Wissenschaftliche Auswertungen*, Hamburg (ISSN 3-00-010166-7), in Kooperation mit GEO, 330-339.

Reijnders, P.J.H. & S.M.J.M. Brasseur, 2003b. Vreemde snuiten aan de Nederlandse kust. *Zoogdier* 14 (4): 5-10.

Reijnders, P.J.H., J. van Dijk & D. Kuiper, 1995. Recolonization of the Dutch Wadden Sea by the Grey Seal *Halichoerus grypus*. Biol. Cons. 71: 231-235.

Reijnders, P.J.H., S.M.J.M. Brasseur & A.G. Brinkman, 2000. `Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra-rapport 078, ISSN 1566-7197, 56 pp.

Reijnders, Peter J.H., Sophie M.J.M. Brasseur, Kai F.Abt, Ursula Siebert, Michael Stede & Svend Tougaard, 2003. The harbour seal population in the Wadden Sea as revealed by the aerial surveys in 2003. Wadden Sea Newsletter 29: 11-12.

Schultz, J.A. & G.C. White, 1990. Error in telemetry studies: effects of animal movements on triangulation. J. Wildl. Manage. 54: 506-510.

Smith, J., S.J. Iverson & W.D. Bowen, 1997. Fatty acid signatures and classification trees: new tools for investigating the foraging ecology of seals. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1377-1386.

Ter Braak, C.J.F. & P. Šmilauer, 2002. CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: software for canonical community ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.

Thompson D., S. E. W. Moss & P. Lovell, 2003. Foraging behaviour of South American fur seals *Arctocephalus australis*: extracting fine scale foraging behaviour from satellite tracks. Mar. Ecol. Prog. Ser. 260: 285-296.

Thompson, P.M., B.J. McConnell, D.J. Tollit, A. Mackay, C. Hunter, & P.A. Racey, 1996. Comparative distribution, movements and diet of Harbour and Grey Seals from the Moray Firth, NE Scotland. J. Appl. Ecol. 33: 1572-1584.

Thompson, D., P.S. Hammond, K.S. Nicholas & M.A. Fedak, 1991. Movements, diving and foraging behaviour of grey seals (*Halichoerus grypus*). J. Zool., London: 224: 223-232.

Thompson P.M., D.J.Tollit, S. Greenstreet, A. Mackay, H.M. Corpe, 1996. Between-year variations in the diet and behaviour of harbour seals *Phoca vitulina* in the Moray Firth; causes and consequences. In: S.P.R. Greenstreet & M.L. Tasker (eds.). Aquatic predators and their prey. Blackwells Scientific Publications, Oxford. 44-52

Tollit, D.J., A.D. Black, P.M. Thompson., A. Mackay, H.M. Corpe., B Wilson, S.M. van Parijs, K Grellier & S. Parlane, 1998. Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat. J. Zool. London 244: 209-222.

Tollit, D., S. Iverson, S. Heaslip, D. Rosen & A. Trites, 2003. Validation studies of blubber quantitative fatty acid signature analysis (QFASA) with captive steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). 15th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Greensboro, NC, USA, 14-19 Dec 2003.

Tougaard, J., I. Ebbesen, S. Tougaard, T. Jensen, & J. Teilmann, 2003. Satellite tracking of harbour seals on Horns Reef. Techn. Rep. to Techwise A/S, Biol. Papers from the Fisher. & Maritime Museum, Esbjerg. No. 3.

Walton, M.J., R.J. Henderson & P.P. Pomeroy, 2000. Use of blubber fatty acid profiles to distinguish dietary differences between grey seals from two UK breeding colonies. Mar. Ecol. Progr. Ser. 193: 201-208.

Walton, M & P. Pomeroy., 2003. Use of blubber fatty acid profiles to detect inter-annual variations in the diet of grey seals *Halichoerus grypus*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 248: 257-266.

Welleman, H.C., 2001. Een beschrijving en GIS modellering van het garnalenbestand (Crangon crangon) voor de Nederlandse kustwateren. RIVO rapport C057/01.

Bijlage 1

Wetenschappelijke, Nederlandse en Engelse namen van kwantitatief belangrijke soorten vissen die zijn aangetroffen in het dieet van grijze zeehonden.

<i>Wetenschappelijke naam</i>	<i>Nederlands</i>	<i>Engels</i>
<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Aal / paling</i>	<i>Common eel</i>
<i>Conger conger</i>	<i>Kongeraal</i>	<i>Conger</i>
<i>Clupea harengus</i>	<i>Haring</i>	<i>Herring</i>
<i>Sprattus sprattus</i>	<i>Sprat</i>	<i>Sprat</i>
<i>Argentina silus</i>		<i>Greater argentine</i>
<i>Salmo salar</i>	<i>Zalm</i>	<i>Salmon</i>
<i>Salmo trutta</i>	<i>Zeeforel</i>	<i>Sea trout</i>
<i>Merlangius merlangus</i>	<i>Wijting</i>	<i>Whiting</i>
<i>Melenogrammus aeglefinus</i>	<i>Schelvis</i>	<i>Haddock</i>
<i>Trisopterus luscus</i>	<i>Steenbolke</i>	<i>Pout / Bib</i>
<i>Trisopterus minimus</i>	<i>Dwergholke</i>	<i>Poor cod</i>
<i>Trisopterus esmarkii</i>	<i>Kever</i>	<i>Norway pout</i>
<i>Ciliata mustela</i>	<i>Vijfdradige meun</i>	<i>Rockling</i>
<i>Pollachius virens</i>	<i>Koolvis</i>	<i>Saithe</i>
<i>Pollachius pollachius</i>	<i>Pollak</i>	<i>Pollack</i>
<i>Gadus morhua</i>	<i>Kabeljaanv</i>	<i>Cod</i>
<i>Molva molva</i>	<i>Leng</i>	<i>Ling</i>
<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Heek</i>	<i>Hake</i>
<i>Sebastes sebastes</i>	<i>Noordse schelvis</i>	<i>Redfish</i>
<i>Sebastes viviparus</i>		<i>Norway redfish</i>
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	<i>Zeedonderpad</i>	<i>Bull rout</i>
<i>Taurulus bubalis</i>	<i>Groene zeedonderpad</i>	<i>Sea scorpion</i>
<i>Cyclopterus lumpus</i>	<i>Snotolf</i>	<i>Lumpsucker</i>
<i>Trachurus trachurus</i>	<i>Horsmakreel</i>	<i>Horse mackerel/ Scad</i>
<i>Labrus bergylta</i>	<i>Gevlekte lipvis</i>	<i>Ballan wrasse</i>
<i>Labrus mixtus</i>		<i>Cuckoo wrasse</i>
<i>Anarhichas lupus</i>	<i>Zeewolf</i>	<i>Wolf fish / Catfish</i>
<i>Ammodytes tobianus</i>	<i>Zandspiering</i>	<i>Sand eel</i>
<i>Gymnammodytes semisquamatus</i>		<i>Smooth sand eel</i>
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	<i>Smelt</i>	<i>Greater sand eel</i>
<i>Limanda limanda</i>	<i>Schar</i>	<i>Dab</i>
<i>Callionymus lyra</i>	<i>Pitvis</i>	<i>Dragonet</i>
<i>Scomber scombrus</i>	<i>Makreel</i>	<i>Mackerel</i>
<i>Platichthys flesus</i>	<i>Bot</i>	<i>Flounder</i>
<i>Microstomus kitt</i>	<i>Tongschar</i>	<i>Lemon sole</i>
<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	<i>Dwerftarbot</i>	<i>Norwegian topknot</i>
<i>Scophthalmus maximus</i>	<i>Tarbot</i>	<i>Turbot</i>
<i>Scophthalmus rhombus</i>	<i>Griet</i>	<i>Brill</i>
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	<i>Scharretong</i>	<i>Megrim</i>

<i>Zeugopterus punctatus</i>	<i>Gevlekte griet</i>	<i>Topknot</i>
<i>Pleuronectus platessa</i>	<i>Schol</i>	<i>Plaice</i>
<i>Solea solea</i>	<i>Tong</i>	<i>Sole</i>
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	<i>Hondstong</i>	<i>Witch</i>
<i>Eledone cirrhosa</i>	<i>Octopus</i>	<i>Octopus</i>
<i>Loligo forbesi</i>	<i>Pijlinkvis</i>	<i>Squid</i>