

**HET MACROBENTHOS OP HET NEDERLANDS
CONTINENTALE PLAT IN DE NOORDZEE IN DE PERIODE
1870-1914 EN EEN POGING TOT VERGELIJKING MET
DE SITUATIE IN DE PERIODE 1970-2000.**

**C.G.N. de Vooy, R. Dapper, J. van der Meer, M.S.S. Lavaleye en
H.J. Lindeboom**

KONINKLIJK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

Inleiding

In de loop van de twintigste eeuw is, zowel kwalitatief als kwantitatief, de soortensamenstelling van het macrobenthos in de Noordzee, ook op het Nederlandse deel van het continentale plat, waarschijnlijk veranderd. Met name de afgelopen dertig jaar werd veel onderzoek verricht over de visserij en het macrobenthos, waarvan de resultaten werden weergegeven in een rapport onder redactie van Lindeboom en de Groot (1998). In het volgende worden de voornaamste resultaten uit dit rapport samengevat.

De laatste 30 jaar werd een significante toename van de biomassa van het macrobenthos vastgesteld en tevens een verschuiving naar een dominantie van opportunistische kortlevende soorten en een afname van langlevende soorten zoals bivalven. In deze periode had met name de boomkorvisserij waarschijnlijk een aanzienlijke invloed op het mariene ecosysteem: het reduceerde verscheidene demersale vis- en evertelatensoorten tot lage aantallen. Het invoeren van de boomkor in de jaren zestig van de vorige eeuw die de ottertrawl in toenemende mate verdrong, benevens het sterk opgevoerde motorvermogen van de vissersschepen hebben deze veranderingen sterk beïnvloed, al kunnen andere factoren als klimaatsveranderingen en eutrofiëring zeker niet uitgesloten worden.

Effect van de visserij over de laatste 30 jaar

De vangstefficiëntie van de boomkor voor kleine vis- en evertelatensoorten is laag (0-10%) en van de ottertrawl nog lager (< 3%). De grote lengteklassen van bv zeesterren, heremietkreeften en de zeemuis worden echter door de boomkor gevangen met een efficiëntie >10%. In het algemeen blijkt dat het gewicht aan gevangen evertelaten enkele malen groter is dan die van marktwaardige vis. Naast de sterfte van de in zee teruggeworpen bijvangst wordt schade veroorzaakt door het directe contact; fragiele en aan de oppervlakte levende soorten toonden een hoge mortaliteit, stevige en diepgravende soorten lage of geen mortaliteit. In slibgebieden is de sterfte van evertelaten hoger daar de boomkor dieper in de bodem wegzakt. Daar de ottertrawl minder diep in het zeebed zinkt, treedt hier minder directe sterfte op bij ingegraven evertelaten (Lindeboom en de Groot 1998, Bergman en Santbrink 2000).

Effect van de visserij sinds 1880

Het zou echter niet juist zijn te veronderstellen dat alleen in de laatste dertig jaar van de twintigste eeuw sprake is van een grote invloed van menselijke activiteiten op de bodemfauna. Nadat eeuwenlang de visserij met zeilschepen werd beoefend, waarbij overigens ook sleepnetten werden gebruikt (bv. bij de Engelse "smack") werd in het laatste kwart van de negentiende eeuw de stoomtrawler ingevoerd. Vóór 1880 waren er nog nauwelijks stoomtrawlers, maar tussen 1880 en 1900 trad een zeer sterke toename van het aantal stoomtrawlers op; na 1900 was de toename echter minder sterk (Tabel 1). Deze totale trekkracht, dat nu voor het eerst op de zeebodem werd uitgeoefend, zal vermoedelijk een effect op het macrobenthos hebben gehad, daar nu veel effectiever gevist kon worden, ook over een veel groter oppervlak, vergeleken met het verleden.

Probleemstelling van het onderzoek

Om dit mogelijke effect na te gaan is een literatuuronderzoek uitgevoerd over het voorkomen van macrobenthos in de tweede helft van de negentiende en het begin van de twintigste eeuw (vóór 1914). Het onderzoek beperkt zich tot het Nederlands Continentale Plat van de Noordzee. Tevens is getracht een vergelijking te maken, voor zover mogelijk, tussen deze gegevens en het voorkomen van macrobenthos in dit gebied in de periode 1970-2000.

HOOFDSTUK 1.

1.1 METHODE VAN HET LITERATUURONDERZOEK

Het gebied waarvoor gegevens werden gebruikt was beperkt tot het Nederlands Continentale Plat van de Noordzee. In dit onderzoek werd dit gebied ruim afgebakend als het gebied binnen 52-56° NB en 2-8° OL, dit ter vergemakkelijking van de interpretatie van de verspreiding van soorten.

De gebruikte gegevens voldeden aan de volgende criteria: alleen gegevens van levende dieren werden gebruikt (dus geen lege schelpen e.d.); er moest een geographische positie van de vangplaats bekend zijn en er moest een volledige geldige Latijnse naam van de diersoort bekend zijn.

Er werd een database gemaakt waarbij voor elke gevonden diersoort de volgende gegevens werden ingebracht: de datum van monsterring, de naam van het expeditieschip, de positie van de monsterplaats in minuten en seconden Noorderbreedte (NB) en Oosterlengte (OL), de naam van de diersoort en eventueel het journaalnummer teneinde te kunnen nagaan welk soort(en) net(ten) er bij elk station werden gebruikt.

Het totaal aantal stations waar monsters werden genomen waarvan de resultaten voor dit onderzoek werden gebruikt was als volgt:

Pommerania expeditie: 17 stations

August Brohan expeditie: 40 stations

Helgoländer Fischereifahrt: 88 stations

Helgoländer Terminfahrt: 5 stations

Nelly expeditie: 1 station

Wodan expeditie: 16 vaste stations, benevens een groot aantal monsternames buiten deze vaste stations, totaal 118 stations

Huxley expeditie: 10 stations

In totaal werden over de gehele periode monsternames van 279 stations gebruikt voor dit onderzoek (Fig 1).

Van de volgende expedities in de Noordzee in de periode 1870-1914 werden gegevens gebruikt:

Nederlandse expedities.

Tochten met de raderstoomboot „Wodan” in de periode 1902-1911.

Tocht met de stoomlogger „Nelly” (IJm 9) gedurende 1-6 Aug. 1901.

Duitse expedities.

Tocht van de „Pommerania” van 21 Juli-9 Sept 1872.

Tocht van de „August Bröhan” van 24 Aug-17 Sept 1890

Tochten van de „Poseidon”:

Terminfahrten in Feb., Mei, Aug. en Nov. 1902 t/m 1905.

Helgoländer Fischereifahrten 1903, Maart en Juli

1904, Maart en Juni

1905, Maart, Juni en September

Engelse expeditie

Tocht van de „Huxley” in de zomer van 1907.

1.2 HISTORISCH OVERZICHT VAN HET ZEEONDERZOEK.

Noordzeeonderzoek vóór 1870.

Hoewel de Noordzee waarschijnlijk tot de wetenschappelijk best onderzochte zeeën ter wereld behoort, heeft het vrij lang geduurd tot er een systematisch onderzoek naar de bodemfauna werd ingesteld. Vele diersoorten werden reeds beschreven in de zeventiende, achttiende en de eerste helft van de negentiende eeuw, afkomstig uit de getijzone, of door particulieren in ondiep water gedregd, hetzij soorten uit dieper water die van vissers afkomstig waren. In eerste instantie werden soorten afzonderlijk beschreven, eventueel met een opgave van de verspreiding langs de kust, zoals bv. in het werk van E. Forbes: „A history of British starfishes” uit 1841 en het bekende werk van P.H.Gosse: „Marine Zoology” van 1855-1856. Forbes gaf in zijn boek: „Natural history of the European seas” uit 1859 een samenhangende beschrijving van de mariene bodemfauna, waarin hij faunaprovincies onderscheidde; hij verkeerde echter in de veronderstelling dat er beneden een diepte van 300 fathom (550 m) geen leven meer in zee voorkwam. Onderzoek verricht naar het leven in de oceanen door een Engelse expeditie met de H.M.S. „Challenger” (1873-1876) en de Noorse Nordhavs-expeditie (1876-1878) van het deel van de Noord-Atlantische oceaan gelegen tussen Spitsbergen, Jan Mayen, IJsland, Fär-Oer, Shetland en Noorwegen, met 100 stations waaronder enkele tot meer dan 3000 m diepte, toonden echter aan dat er overal in de oceanen leven voorkwam. Onze huidige kennis van de zeeën en oceanen in grote lijnen, de grondslagen van het moderne zeeonderzoek, ook kwantitatief, het inzicht in de watercirculatie, mineralisatie, en de betekenis van het phytoplankton voor de productie in zee dateert uit de negentiende eeuw. Dit blijkt bv. uit het overzicht dat Johnstone geeft in zijn boek: „Conditions of life in the sea: a short account of quantitative marine biological research” dat in 1908 verscheen.

1.3 BESCHRIJVING VAN DE NOORDZEEËXPEDITIES TUSSEN 1870 EN 1914.

Pommerania expeditie.

Deze expeditie, die plaats vond van 21 Juli tot 9 September 1872 werd gefinancierd door het Königliche landwirtschaftliche Ministerium van Pruisen. Naast het onderzoek van de flora en fauna werden ook de diepte en de aard van de bodem, de saliniteit, het gasgehalte, de temperatuur en de stroming van het water onderzocht. De expeditie werd uitgevoerd met een marineschip, het raderstoomschip S.M.S. Aviso Pommerania, die beschikbaar werd gesteld op verzoek van de Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere te Kiel. Er werd een rondvaart door de gehele Noordzee gemaakt die de eerste in zijn soort was. De stations gelegen op het NCP worden gegeven in Appendix A.

Gebruikte netten: Er wordt alleen melding gemaakt van een kor (dredge) en een sleepnet met een opening van 2,29 m.

August Bröhan expeditie.

In 1889 en 1890 werden er drie expedities georganiseerd door de Deutsche Fischerei-Vereins für Küsten- und Hochseefischerei, die in 1885 was opgericht en sinds 1888 het wetenschappelijk onderzoek in de Duitse zeeën in het belang van de zeevisserij ondersteunde. Deze expedities werden ondernomen met financiële steun van de Duitse regering. Er werd gebruik gemaakt van gecharterde schepen. De eerste twee reizen, van 1-21 Augustus en 10-18 September 1889, werden gemaakt met de stoomtrawler "Sophie" uit Geestemünde; de derde met de stoomtrawler "August Bröhan" uit Cranz. De eerste twee expedities koersten in Noordelijke richting, de derde in Westelijke richting over het gebied van het NCP en bezocht daarbij het Zoologisch Station in Den Helder. In totaal omvatten de drie expedities 55 dagen, waarvan er 46 op zee gewerkt werd. Hoewel het hoofddoel van deze expedities het voorkomen van paairijpe herfsttharingen in het onderzochte gebied was, werd er ook aandacht aan het macrobenthos besteed, met name in gebieden waar veel bodembewonende vissen voorkomen, die het tot voedsel dient. De nadruk lag op het gebruik van verschillende soorten vistuigen na elkaar per station.

Gebruikte netten: hier worden veel soorten netten vermeld; per station worden verscheidene soorten netten gebruikt.

Grote kor

Trawl

Kleine kor

Garnalenkor: voor kleine vissen, garnalen, echinodermen, hydroidpoliepen.

Lange lijnen: deze werden gebruikt om in stenige gebieden te vissen waar geen netten gebruikt konden worden. Hiermee werden zeesterren, ophiuren, sponzen, alcyonia, hydroidpoliepen, bryozoën, ascidiën, grote levende schelpdieren en wulken gevangen.

Austernschrapper: zeer wijdmazige grote dredge, waarvan het net aan de onderzijde uit wijde draadringen bestaat.

Zoologische dredge: driehoekig ijzeren raam met naar voren gerichte, ietwat snijdende kanten; lengte van de kanten 40-70 cm. Netbuidel uit sterk stramin. Op zachte slikgrond beste vangapparaat voor kleine dieren, vooral wormen.

Botanische dredge: geconstrueerd als de zoologische dredge; op de randen van het raam ijzeren tanden. Netbuidel van dik garen met vooraan ong. 10 cm wijde mazen. Geschikt voor bodems begroeid met planten of bedekt met kiezel; vooral geschikt om grote hoeveelheden schelpen te vangen.

Eiernet. Bestemd om op de bodem liggende viseieren en kleine dieren te vangen. Een gewone dredge, waarachter met drie lijnen op 1,5 m afstand een gelijke, maar fijnmazig net bevestigd is; dit laatste net wordt door een blikken kraag vrijgehouden van de bodem. De door het voorste net opgewoelde eieren en kleine dieren die door de mazen van het voorste net heen gaan worden in het tweede net gevangen. Achter aan de framehoeken van het achterste net waren hennepkwasten bevestigd waarin Echinodermen en Crustaceae in verwikkeld werden. Dit net is vooral geschikt om op vaste zandgrond zeer kleine dieren onbeschadigd te vangen.

Helgoländer Fischereifahrten en Terminfahrten

Van 1902-1905 werden vanuit de Biologische Anstalt Helgoland, die in 1892 gesticht was, in verschillende gebieden van de Noordzee vaartochten gemaakt waarbij o.a. de bodemfauna werd bemonsterd. Per station werd geregeld meer dan één vistuig gebruikt. De expedities werden uitgevoerd met de „Poseidon”, een schip dat speciaal voor het (internationale) visserijonderzoek gebouwd was en door de Duitse regering gefinancierd (zie afbeelding op buitenkaft). Naast deze vaartochten werden ook Terminfahrten uitgevoerd. Deze vonden viermaal per jaar plaats in Februari, Mei, Augustus en November op steeds dezelfde stations. In tegenstelling met de Fischereifahrten werden bij de Terminfahrten de gebruikte netten niet vermeld.

Gebruikte netten. Gebruikte vistuigen als opgegeven door vier auteurs.

Soort net	Frequentie van gebruik							
	Schrader		Sussbach & Brecker		Blohm		Wedemeyer	
	Lamellibranchiaten		Echinodermen		Crustaceae		Crustaceae	
Kurre	39	31%	26	28%	24	39%	8	21%
Dredge	59	47%	48	51%	22	36%	18	46%
Helgoländer trawl	12	9,5%	8	8,5%	9	15%	9	23%
Granat-kurre	9	7%	7	7,5%	4	7%	3	8%
Petersen-trawl	1	0,8%	1	1%			1	3%
Otter-trawl	2	1,6%	1	1%				
50-Fuss-trawl	4	3%	2	2%	2	3%		
Kleine kurre			1	1%				

Nelly expeditie.

In het jaar 1901 werd de IJmuidense stoomtrawler „Nelly” IJM9 door de Nederlandse regering voor 10 dagen gehuurd ten behoeve van het zeeonderzoek. Het schip vertrok op 1 Augustus van het Nieuwediep om er op 7 Augustus 's avonds laat terug te keren. De plaatsbepaling zou niet al te nauwkeurig zijn geweest (gegist bestek). Er werd vooral phytoplankton gevestigd maar ook op bodemdieren op enkele stations.

Gebruikte netten: Vermeld wordt dat er „verschillend vistuig” is gebruikt w.o een dreg.

Wodan expeditie

In de periode 1902-1911 werd er door de regering gedurende 70 dagen per jaar een radersleepboot gehuurd voor zeebiologisch onderzoek. Deze radersleepboot („Wodan”), met een lengte van 40m en een breedte van 7,25 m, was eigendom van L. Smit & Co's sleepdienst te Rotterdam. De dubbel compound surface condensor radermachine met 4 cylindere werd van stoom voorzien door twee ketels; de raderen van 4,80 m werden aangedreven met 36 slagen per minuut. Voor elke tocht moest het schip opnieuw worden uitgerust. In een bijgebouwd dekhuis werd een laboratorium ingericht met lange tafels, ten dele met zink bekleed. Verder werden er bij de verschansing grote davids, trommels en winders aangebracht voor oceanigrafische onderzoeken, en tevens twee zware ijzeren katrollen waarover de staalkabels liepen waaraan de ottertrawl bevestigd was. De vaartochten werden vanuit het Nieuwediep gemaakt. Bij het onderzoek lag de nadruk vrij sterk op commercieel waardevolle vissoorten. Macrobenthossoorten werden door Dr J.J.Tesch aan boord gedetermineerd voor zover de tijd het toeliet. Geregeld werden gehele diergroepen niet gedetermineerd, waarschijnlijk omdat hiervoor geen tijd was.

<i>Gebruikte netten:</i>	soort net	aantal malen gebruikt
1902 en 1903	Kleine kor	8
	Ottertrawl	45
1904	Kleine kor	15
	Ottertrawl	54
1905	Kleine kor	8
	Ottertrawl	33
1906	Ottertrawl	33
	Geen kleine kor gebruikt	
1907	Kleine kor	4
	Ottertrawl	34
1908	Kleine kor	5
	Ottertrawl	15
1909	Kleine kor	6
	Ottertrawl	22
1910	Kleine kor	1
	Ottertrawl	18
1911	Ottertrawl	4
	Geen kleine kor gebruikt	

Een trek duurde 2 uur of korter.

Voor een beschrijving van de ottertrawl, met afbeelding en afmetingen, zie Kyle (1903).

Huxley expeditie

De stoomtrawler Huxley werd ten behoeve van biologisch zeeonderzoek voor 3 jaar (1902-1905) gehuurd door de Council of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Het werk werd uitgevoerd in verband met het internationaal visserijonderzoek. Het schip was 34,5 m lang, mat 191 BRT en opereerde vanuit Plymouth en

Lowestoft: in de laatste plaats werd tevens een laboratorium gesticht. Naast een klein laboratorium dat op het dek werd opgericht werden in het visruim hutten gebouwd. Het meeste werk had betrekking op commercieel waardevolle vissoorten, hiernaast werd echter ook macrobenthos onderzocht. Bij een vergelijkend vissen op dezelfde route bleek dat de Wodan en de Huxley als vissersvaartuig gelijkwaardig waren

<i>Gebruikte netten:</i>	soort net	aantal malen gebruikt
	Agassiz trawl	73
	Shrimp trawl	134
	Todd's trawl	47
	Dredge	177
	Conical dredge	599
	D-net	8
	Oyster dredge	3
	Petersen's young fish trawl	113

Bij vele monsteringen werd meer dan één soort net per station gebruikt.

1.4. MEER RECENT ONDERZOEK.

In de periode tussen de beide wereldoorlogen werd door alle aanliggende landen veel minder inventariserend onderzoek naar de bodemfauna verricht dan in de voorgaande periode. Een nieuwe periode ving aan in 1958 met de verdeling van de Noordzee in sectoren volgens het Verdrag van Genève. Elke aanliggende staat heeft soevereine rechten over zijn sector en heeft hier het beheer over; voor Nederland is dit dus het Nederlands Continentale Plat. Dit leidde o.a. tot een nieuwe inventarisatie van de bodemfauna. Het Kon.NIOZ voerde van 1972 tot 1976 inventarisaties van het macrobenthos uit met de „Aurelia” met een lichte boomkor. Van 1994 af werden bemonsteringen uitgevoerd met een door het Kon.NIOZ ontwikkelde bodemschaaf, de zogenaamde Triple-D (Deep Digging Dredge, Bergman en van Santbrink 1994). Met deze bodemschaaf kan per keer een bodemoppervlak van 20 m² tot een diepte van 16-18 cm worden bemonsterd. Hiernaast werd van 1991 af een macrobenthosbemonstering uitgevoerd met behulp van een boxcore als deel van het programma BIOMON. Dit programma is een initiatief van RIKZ Rijkswaterstaat en wordt jaarlijks uitgevoerd door het Kon.NIOZ in samenwerking met de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat.

HOOFDSTUK 2.

VOORKOMEN EN VERSPREIDING VAN DE BODEMFAUNA IN DE PERIODE 1870-1914.

2.1 DE SOORTEN.

Voor de hier genoemde soorten is de thans geldige Latijnse naam gebruikt. In Appendix B worden de synoniemen gegeven.

Wanneer alle voor het onderzoek gebruikte soorten over de gehele periode samengenomen worden geeft dit een totaal van 322 soorten (wanneer de 44 soorten waarvoor bij het uitvoeren van de analyse geen geldige Latijnse naam bekend is hierbij worden geteld, 366 soorten). Hiervan vormen de crustaceeën 31%, de mollusken 23%, de anneliden 17% en de echinodermen 8%, tezamen 79%. Acht andere phyla vormen tezamen de overige 21% (Tabel 2).

2.2.DE VERSPREIDING.

Van alle gevonden diersoorten die gevangen werden op meer dan 10% van de stations werd een verspreidingskaartjes gemaakt. De gegevens van de „August Bröhan” expeditie waren helaas onvolledig: er ontbreken de gegevens over de mollusken en het overgrote deel van de crustaceeën.

Van de 41 soorten waarvan verspreidingskaarten werden gemaakt behoren er 12 tot de mollusken (29%), 11 tot de crustaceeën (27%), 9 tot de echinodermen (22%), 5 tot de cnidaria (12%) en 4 tot de anneliden (10%).

HOOFDSTUK 3.

POGINGEN TOT VERGELIJKING VAN DE VANGSTEN IN DE PERIODE 1870-1914 MET DIE VAN RECENT ONDERZOEK.

3.1 DE VERSCHILLENDE VANGMETHODEN.

In het vroege tijdperk van het bemonsteren van de bodem van de Noordzee, bv het Nederlands Continentaal Plat, droeg het onderzoek een oriënterend karakter. De vraagstelling was in de eerste plaats wat voor diersoorten van diverse taxonomische groepen op en in de zeebodem voorkwamen. De aandacht was vooral gericht op het verzamelen en het op naam brengen van diersoorten; aan het kwantitatieve aspect van het voorkomen werd nauwelijks aandacht besteed. Er werden sleepnetten gebruikt om de epifauna te verzamelen met zo min mogelijk sediment. Dieren die in de bodem voorkwamen werden zo niet gevangen, hoe algemeen ze ook voorkwamen. Hiernaast werden in een deel van de expedities dredges (korren) gebruikt. Deze kunnen een aantal cm de bodem ingaan, afhankelijk van de hardheid van de bodem. Op deze wijze kunnen de bij de oppervlakte in de bodem levende dieren worden gevangen, dieren die dieper zitten natuurlijk niet. Hiertoe moeten bodemonsters worden genomen.

De eerste goed werkende bodemhapper werd in het begin van de twintigste eeuw ontwikkeld door Petersen. Deze werkte goed in de Deense fjorden met beschut water en een modderige bodem. Pas na de Eerste Wereldoorlog werd deze op de Noordzee beproefd waar hij bij zeegang en een bodem met stenen, of een bodem bestaande uit hard zand, niet bleek te werken. Er werden verbeterde versies gemaakt waarbij de Van Veen bodemhapper de meest succesvolle was (Holmes 1964). Het merendeel van de in de bodem levende diersoorten wordt gevonden in de bovenste 10 cm van het sediment en kunnen met een bodemhapper effectief gevangen worden. Voor het bemonsteren van de epifauna is de bodemhapper minder geschikt i.v.m. de geringe oppervlakte waarover bemonsterd wordt. Hiervoor is het gebruik van een sleepnet duidelijk beter.

Monsternet met een sleepnet heeft echter nogal wat nadelen. Het monsternet lang niet alles waarover het passeert, de meeste ingegraven dieren worden niet gevangen en de afgelegde afstand van het net is onzeker, zodat goede kwantitatieve gegevens nauwelijks te krijgen zijn. Grote in de visserij gebruikte ottertrawls zijn gemaakt om snel bewegende dieren als vissen, garnalen en kreeftjes te vangen, en zijn niet erg effectief in het vangen van kleinere op de bodem levende dieren. In het algemeen zijn er twee groepen dieren die aan het monsternet ontsnappen: die zich snel bewegen en die zich ingraven.

Uit het bovenstaande blijkt een vergelijking van de resultaten van bemonsteringen, uitgevoerd met verschillende vangmiddelen zeer moeilijk, zo niet onmogelijk te zijn. Zo is het bv niet mogelijk resultaten, verkregen met behulp van sleepnetten, te vergelijken met resultaten verkregen in een andere periode met behulp van boxcores (een soort bodemhapper). In Tabel 3 ziet men de verschillen, aangegeven per diergroep, van bemonstering met verschillende vangmiddelen.

3.2 EEN POGING TOT VERGELIJKING VAN HET RESULTAAT MET DE AURELIA CRUISES.

In dit onderzoek werd getracht na te gaan of er wel een kwantitatieve vergelijking mogelijk was tussen de resultaten van de expedities in de periode 1870-1914, en die van de Aurelia cruises tussen 1972 en 1979. Uitgangspunt hiervoor was de veronderstelling dat de effectiviteit van het vissen met sleepnetten of korren in de buurt zou kunnen liggen van die met een lichte boomkor. Deze vergelijking zou alleen mogelijk zijn voor 3 diergroepen: de crustaceeën, de echinodermen en de mollusken, omdat, afgezien van de vissen, vertegenwoordigers van andere door de Aurelia opgeviste diergroepen, op 2 soorten wormen na, niet werden genoteerd.

Een vergelijking voor deze drie fyla is mogelijk als het Nederlands Continentale Plat wordt ingedeeld in min of meer homogene deelgebieden, teneinde de effecten van een ruimtelijk ongelijke verdeling van de bemonsteringseffectiviteit te niet te doen. Hiertoe werd het gebied verdeeld in 5 zones op basis van de bodemgesteldheid (Fig 2). Nu werden die diersoorten, behorende tot de 3 diergroepen, die in beide perioden werden gevangen, per zone gerangschikt. Dit zijn in totaal 20 soorten: 8 soorten echinodermen, 6 soorten crustaceeën, 5 soorten mollusken en één soort worm. Nu kan de frequentie van het voorkomen worden nagegaan in elk van deze zones, dwz er kan een quotient bepaald worden van het aantal monsternames waarin de soort gevonden wordt, gedeeld door het totale aantal monsternames. Dit quotient wordt als P_1 gegeven voor de expedities 1870-1914, en als P_2 voor de Aurelia cruises. Op dit quotient wordt vervolgens een logit-transformatie $\ln p/1-p$ toegepast, met als voordeel dat de logit niet beperkt is tot het interval dat loopt van 0 tot 1. Nu kan de logit-getransformeerde kans voor elke soort om door de Aurelia cruises gevangen te worden ten opzichte van de logit-getransformeerde kans tijdens de expedities tussen 1870 en 1914 als volgt worden berekend:

$$\ln(p_2/1-p_2)$$

Dit geeft een getal per zone. Een d-logit geeft de verandering weer. Als d-logit > 0 dan werd de soort meer gevangen in de Aurelia-cruises dan in de periode 1870-1914. Dit kan natuurlijk een kwestie van veranderde vangstefficiëntie zijn. Maar onderlinge vergelijking tussen soorten geeft wel een beeld van de relatieve verschuiving,

als er een zekere vergelijkbaarheid is in de verandering in vangstefficiëntie tussen soorten. Als de gemiddelden van de logit-getransformeerde kansen van alle soorten per zone met elkaar worden vergeleken, blijkt een duidelijk verschil tussen de eerste 3 zones, en de zones 4 en 5 (Fig 3). Als echter van deze gegevens een box plot wordt gemaakt, dan blijken de verschillen tussen de 5 zones betrekkelijk gering te zijn (Fig 4). Dezelfde berekeningen werden uitgevoerd voor elke diersoort afzonderlijk (Fig 5, 6 en 7).

Als men nu van alle 20 soorten de kans om in de periode 1870-1914 gevangen te worden, uitzet tegen de kans gevangen te worden gedurende de Aurelia-cruises, verkrijgt men het beeld als gegeven in Fig 8. Hieruit blijkt dat voor het merendeel van de soorten de vangkans gedurende de Aurelia cruises groter was.

Als van elke soort het gemiddelde van de logit-getransformeerde kansen voor alle 5 zones wordt berekend, en deze in oplopende waarde worden gerangschikt, verkrijgt men een rangorde als aangegeven in Tabel 4. Als men hierin de verschillende diergroepen in ogenschouw neemt, valt op dat de mollusken vooral in de lagere waarden zijn vertegenwoordigd, terwijl voor de echinodermen juist het omgekeerde geldt. Voor de crustaceëen blijkt er geen verschil te zijn.

3.3 VERGELIJKING VAN DE VERSPREIDING AAN DE HAND VAN VERSPREIDINGSKAARTEN.

Van de 41 meest frequent voorkomende soorten in de periode 1870-1914 werden verspreidingskaarten gemaakt. Van deze soorten werden er 17 gevangen gedurende de Aurelia cruises, waarvan verspreidingskaarten worden gegeven in de interne NIOZ-rapporten. Met de triple-D methode tochten werden er 15 gevangen waarvan verspreidingskaarten worden gegeven (Bergman en van Santbrink 1998, Lavaleye en Bergman 2000). Van de resultaten verkregen met het boxcoreprogramma bleken slechts 9 soorten vergelijkbaar; hiervan worden verspreidingskaarten gepubliceerd in de Atlas (Holtmann et al. 1996). Hieronder worden de geconstateerde verschillen in de verspreiding besproken (Zie kaart Fig. 9).

AURELIA CRUISES.

***Amphiura filiformis*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort gevonden ten Noorden van 53° 30' NB en 4° 20' OL. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden tussen 53° 40' en de Doggersbank, op meer plaatsen dan later.

***Aphrodita aculeata*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort verspreid gevonden ten Noorden van 53° NB, in het algemeen ver uit de kust. In de periode 1870-1914 werd deze soort vooral in het Friese front gevonden ten Noorden van 53° NB en in het Bruine Bankgebied ten Zuiden van 53° NB.

***Arctica islandica*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort gevonden ten Noorden van 53° 40' NB. In de periode 1870-1914 werd eenzelfde verspreiding gevonden.

***Astropecten irregularis*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort verspreid over het gehele gebied gevonden, behalve vlak onder de kust. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden ten Noorden van 53° NB en ten Oosten van 4° OL. Vergeleken met de Aurelia cruises was de verpreiding meer naar het Noordoosten.

***Buccinum undatum*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort verspreid over het gehele gebied gevonden, maar vooral ver uit de kust en meer ten Noorden van 53° 30' NB. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden in het hele gebied ten Westen van 5° OL, ook in het Zuiden.

***Chamelea striatula*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort over het gehele gebied verspreid gevonden, maar vooral ten Noorden van 53° NB. In de periode 1870-1914 werd eenzelfde verspreiding gevonden, en bovendien bij de Bruine Bank.

***Corystes cassivelaunus*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort vooral ten Noorden van 53° NB gevonden en niet onder de kust. In de periode 1870-1914 werd deze soort wel veel ten Zuiden van 53° NB gevonden, tussen de Bruine Bank en dicht op de kust.

***Crangon allmani*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort over het gehele gebied gevonden, minder onder de kust behalve voor het Marsdiep. In de periode 1870-1914 werden er ook concentraties onder de Vlaamse kust gevonden, en tevens kwamen ze ten Oosten van 4° OL voor.

***Ebalia cranchi*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort verspreid over het gehele gebied aangetroffen, ver van de kust. In de periode 1870-1914 werd deze soort vooral aangetroffen ten Noordwesten van Texel, op het Friese Front en het Noordoostelijke deel van de Oestergronden.

***Echinocardium cordatum*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort verspreid over het gehele gebied aangetroffen, behalve dicht onder de kust. In de periode 1870-1914 was de verspreiding hetzelfde.

***Echinocardium flavescens*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort op een gering aantal stations gevonden ten Noorden van 53° 30' NB. In de periode 1870-1914 werd deze soort op een gering aantal monsterpunten gevonden op het Friese Front en het Noordoostelijke deel van de Oestergronden.

***Echinocyamus pusillus*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort alleen vermeld op de tocht in October 1976, waar hij verspreid werd gevonden tussen 52° 30' en 53° NB. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden ten Zuiden van het Friese Front en bij de Bruine Bank.

***Eupagurus bernhardus*.** Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort over het gehele gebied aangetroffen. In de periode 1870-1914 werd deze soort aangetroffen ten Noorden van 53° 30' NB, en op het Bruine Bankgebied. Vergeleken met nu kwam hij meer naar het Noordoosten voor.

***Galathea intermedia*.** Tijdens de Aurelia cruises wordt deze soort alleen vermeld op de tochten in Februari-Maart 1976 en October 1976, waar hij werd aangetroffen op het Bruine Bankgebied en ten Noorden van 54° NB.

In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden op de Bruine Bank, de Klaver Bank en op de Doggerbank omstreeks 55° NB.

Ophiothrix fragilis. Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort aangetroffen ten Noorden van 53° 30' maar meest alleen ten Noorden van de 54° NB. In de periode 1870-1914 werd een verspreiding van deze soort gevonden iets meer naar het Zuiden.

Ophiura albida. Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort over het gehele gebied aangetroffen, behalve vlak onder de kust. Als dit vergeleken wordt met de gegevens uit de periode 1870-1914 wekt dit de indruk dat er nu wellicht meer zijn.

Psammechinus miliaris. Tijdens de Aurelia cruises werd deze soort verspreid over het gebied aangetroffen, maar vooral ten Noorden van 53° NB, en ver van de kust. In de periode 1870-1914 werd deze soort verspreid aangetroffen ten Noorden van 53° 30' NB, en bij Schiermonnikoog, IJmuiden en de Bruine Bank.

TOCHTEN MET DE TRIPLE-D METHODE.

Aphrodite aculeata. Tijdens de Triple-D tochten alleen gevonden ten N. van 53° 30' NB op de Oestergronden en de Doggersbank. In de periode 1870-1914 werd deze soort vooral in het Friese Front gevonden ten N. van 53° NB en in het Bruine Bankgebied.

Arctica islandica. Tijdens de Triple-D tochten alleen gevonden in de Oestergronden en in mindere mate op de Doggersbank. In de periode 1870-1914 werd een zelfde verspreiding gevonden, en bovendien nog in het Friese Front.

Astropecten irregularis. Tijdens de Triple-D tochten alleen gevonden ten N. van 53° 30' NB, niet op de Doggersbank. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden ten N. van 53° NB en ten O. van 4 OL. Vergeleken met de Triple-D was de verspreiding veel meer naar het NO.

Buccinum undatum. Tijdens de Triple-D tochten uitsluitend gevonden ten N. van 54° 30' NB. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden in het gehele gebied ten W. van 5° OL, ook in het Zuiden.

Corystes cassivelaunus. Tijdens de Triple-D tochten vooral gevonden ten N. van 53° 30' NB, ten Z. hiervan slechts weinig. In de periode 1870-1914 werd deze soort vooral ten N. van 52° NB gevonden, tussen de Bruine Bank en de kust.

Echinocyamus pusillus. Tijdens de Triple-D tochten gevonden in het gebied ten W. van Zeeland en ten N. van Groningen. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden ten Z. van het Friese Front en de Bruine Bank.

Ensis ensis. Tijdens de Triple-D tochten vooral gevonden op de Doggersbank tussen 52° en 53° NB, weinig in de rest van het NCP. In de periode 1870-1914 werd deze soort plaatselijk gevonden op de Doggersbank en het Friese Front en ten W. van Texel en ten Z. van het Bruine Bankgebied.

Eupagurus bernhardus. Tijdens de Triple-D tochten in het gehele gebied gevonden. In de periode 1870-1914 werd deze soort aangetroffen ten N. van 53° 30' NB en vooral in het NO deel van dit gebied.

Liocarcinus holsatus. Tijdens de Triple-D tochten in het gehele gebied gevonden. In de periode 1870-1914 ten N. van 53° 30' aan de NO kant van het NCP en op de Bruine Bank.

Nucula nitidosa. Tijdens de Triple-D tochten gevonden ten N. van 53° NB, behalve op de Doggersbank. In de periode 1870-1914 was het verspreidingsgebied vrijwel gelijk, maar werd de soort niet gevonden in het W. deel van het Friese Front.

Nucula tenuis. Tijdens de Triple-D tochten alleen gevonden op twee stations op de Oestergronden. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden in het O. deel van de Oestergronden, de Doggersbank en een klein deel van het Friese Front.

Ophiura albida. Tijdens de Triple-D tochten overal gevonden behalve in het W. deel van de Oestergronden. De vergelijking geeft de indruk dat het er nu wellicht meer zijn.

Phaxas pellucidus. Tijdens de Triple-D tochten gevonden op de Oestergronden en het Friese Front. In de periode 1870-1914 verspreid gevonden over het NO. deel van de Oestergronden en de Doggersbank en tevens op enkele verspreide plaatsen in het Z. deel van het NCP, o.a. op de Bruine Bank.

Psammechinus miliaris. Tijdens de Triple-D tochten gevonden op het W. deel van de Oestergronden, het Friese Front, de Doggersbank en op enkele plaatsen in het Z. deel van het NCP. In de periode 1870-1914 komt de verspreiding hiermee overeen met uitzondering van de Doggersbank.

Spisula solida. Tijdens de Triple-D tochten alleen gevonden ten Z. van 52° 30' NB. In de periode 1870-1914 gevonden op het meest W. deel van de Oestergronden, plaatselijk op het Friese Front en de Doggersbank. Ook nog geïsoleerd in het kustgebied ten N. van Groningen.

BIOMON BOXCORE PROGRAMMA.

Amphiura filiformis. Met het boxcoreprogramma alleen gevonden op de Oestergronden ten N. van de 30 m lijn en veel minder op de Doggersbank. In de periode 1870-1914 werd deze soort gevonden tussen 53° 40' en de Doggersbank, dus ook op het Friese Front.

Arctica islandica. Met het boxcoreprogramma werden alleen juveniele exemplaren gevonden ten N. van 53° NB en op enkele plaatsen in het Friese Front. In de periode 1870-1914 werd eenzelfde verspreiding gevonden.

Chamelea striatula. Met het boxcoreprogramma gevonden ten N. van 53° NB en ten Z. hiervan op enkele plaatsen langs de kust. In de periode 1870-1914 werd eenzelfde verspreiding gevonden en bovendien bij de Bruine Bank.

Echinocardium cordatum. Met het boxcoreprogramma gevonden in vrijwel het gehele NCP, echter niet op de Doggersbank, maar veel in het gebied ten N. van de Waddeneilanden. In de periode 1870-1914 was de versprei-

ding hetzelfde; door deze expedities werd nauwelijks dicht op de kust gevist.

Echinocyamus pusillus. Met het boxcoreprogramma gevonden in vrijwel het gehele NCP behalve dicht onder de kust en op de Oestergronden. In de periode 1870-1914 werd deze soort alleen ten Z. van het Friese Front gevonden.

Mysella bidentata. Met het boxcoreprogramma gevonden over het gehele NCP met grote concentraties op het Friese Front en de Oestergronden. In de periode 1870-1914 alleen gevonden in het N. deel van de Oestergronden en de Doggersbank.

Nucula nitidosa. Met het boxcoreprogramma alleen gevonden ten N. van 53° NB en verder uit de kust beneden 30 m diepte. In de periode 1870-1914 werd eenzelfde verspreiding gevonden.

Ophiura albida. Met het boxcoreprogramma gevonden over het gehele NCP behalve dicht onder de kust. In de periode 1870-1914 was de verspreiding hetzelfde, hoewel de soort toen wellicht minder algemeen was.

Phaxas pellucidus. Met het boxcoreprogramma gevonden ten N. van 53° NB behalve dicht onder de kust. In de periode 1870-1914 vooral gevonden in het N. deel van de Oestergronden en de Doggersbank, weinig ten Z. hiervan.

HOOFDSTUK 4.

MOGELIJKE FACTOREN DIE INVLOED HEBBEN GEHAD OP HET MACROBENTHOS.

4.1 VISSERIJ

Stoomvaartuigen werden pas vrij laat ingezet ten behoeve van de visserij. Terwijl in de vrachtaart en de passagiersvaart stoomvaartuigen reeds een normale verschijning waren, werd pas in 1878 door William Purden uit North Shields bij Newcastle voor het eerst een stoomsleepboot voor de visserij ingezet. Dit was meteen een groot succes en leidde tot een zeer snelle toename van het aantal stoomtrawlers in Groot-Brittannië. Ruim 8 jaar later telde North Shields reeds 77 stoomtrawlers met een machinevermogen van 32-60 PK. De toename van het aantal stoomtrawlers wordt weergegeven in Tabel 1. Tussen 1880 en 1890 bedraagt de toename een factor 6,8 ; tussen 1890 en 1900 een factor 7,6 , waarna het tempo van de toename duidelijk afneemt, deze bedraagt tussen 1900 en 1911 een factor 1,3. Uit de tabel blijkt duidelijk dat in dit tijdperk het Verenigd Koninkrijk de Noordzeevisserij volledig domineerde. Schotland alleen al had in het begin van de twintigste eeuw meer stoomtrawlers dan Duitsland, Nederland en België bij elkaar. De late start van Nederland met stoomtrawlers was te wijten aan het ontbreken van goede havenfaciliteiten met spooraansluiting; dit veranderde pas na het openen van de staatsvisserijhaven met visafslag te IJmuiden in 1896. Na 1907 nam de Engelse stoomtrawlervloot niet meer toe; de Schotse, Duitse en Nederlandse vloot wel.

Niet alleen het aantal stoomtrawlers nam toe; ook de grootte en het machinevermogen. Het is moeilijker om gegevens over het machinevermogen te vinden dan over de aantallen, maar de 34 stoomtrawlers die in Duitsland in 1905 in aanbouw waren hadden een machinevermogen van 350-440 PK, terwijl in 1903 in België een stoomtrawler in dienst gesteld werd met 500 PK machinevermogen, een toename met een factor 6-8 vergeleken met 20 jaar tevoren.

De Engelse stoomtrawlers visten in de gehele Noordzee, alleen in het meest Noordoostelijk gelegen gedeelte pas in het einde van de negentiende eeuw (Fig 10). In het begin van de twintigste eeuw (1903-1904) visten er ongeveer 1500 stoomtrawlers in de Noordzee. Als een gemiddeld machinevermogen van 300 PK verondersteld wordt, betekent dit dat er een vermogen van 450.000 PK op de Noordzeebodem werd uitgeoefend. Het lijkt aannemelijk dat dit effect zal hebben gehad op de bodemfauna van de Noordzee.

4.2 KLIMAATVERANDERING.

Een andere factor die van betekenis zou kunnen zijn geweest in de periode 1870-1914, en misschien bij vergelijking met de situatie verder in de twintigste eeuw, is een significante verandering in de gemiddelde jaartemperatuur. De gemiddelde jaartemperatuur van het oppervlaktewater bij Den Helder, opnieuw gemiddeld over perioden van 10 jaar, laat van de periode 1861-1870 tot en met 1901-1910 een daling van 0,81°C zien, een duidelijk significant verschil (fig 11). Een dergelijk temperatuurverschil kan op langere termijn invloed hebben op de soortenrijkdom van de bodemfauna. Er bleek een aantoonbaar verschil te bestaan tussen een gemiddeld temperatuurverschil van 2-4 °C en het aantal voorkomende soorten van het macrobenthos in estuariën (de Vooys 1990). Ook een kleiner gemiddeld temperatuurverschil zou wellicht een meetbaar effect kunnen hebben op de soortensamenstelling van het macrobenthos in de Zuidelijke Noordzee. Wanneer echter de visserij een veel sterker effect zou hebben op deze samenstelling zou een eventueel effect van de temperatuur ondergesneeuwd kunnen worden.

HOOFDSTUK 5.

RESULTATEN.

5.1 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Bij de oudere gegevens van voor 1914 worden geen nauwkeurige aantallen per station van de gevonden diersoorten vermeld, en al geheel niets over de biomassa. Dit soort gegevens werd in die tijd niet relevant gevonden; pas in latere tijd, met de verdere ontwikkeling van het zeeonderzoek, werd dit nauwkeurig bepaald. Het enige waarvoor een poging tot vergelijking kon worden gedaan was de mate van verspreiding over het Nederlands Continentaal Plat voor elke soort die op een voldoende aantal stations werd gevonden. Helaas werden er gedurende de Aurelia cruises alleen macrobenthossoorten in aanmerking genomen die tot de mollusken, crustaceeën en echinodermen behoorden en werden gevangen soorten van andere diergroepen niet geconserveerd of gedermineerd, zodat hierover uit deze tochten geen informatie beschikbaar is.

Een kwantitatieve vergelijking ten aanzien van het voorkomen van drie diergroepen (crustaceeën, echinodermen en mollusken) tussen de bemonsteringen in de periode 1870-1914 en de Aurelia cruises bleek niet mogelijk te zijn. Daar er geen duidelijke verschillen tussen de vijf zones op het Nederlands Continentale Plat bleken te zijn, is het niet mogelijk correctiefactoren te berekenen die zo'n vergelijking mogelijk zou maken. Uit de rangschikking van de gemiddelden van de logit-getransformeerde kansen zou nog afgeleid kunnen worden dat tijdens de Aurelia cruises de kans dat mollusken gevangen worden relatief groter is dan die voor echinodermen.

Wel mogelijk is de vergelijking van de verspreiding over het NCP van een beperkt aantal soorten die zowel in de periode 1870-1914 als tussen 1970-2000 op voldoende stations werden gevangen.

Aurelia cruises. Vergelijking van de verspreidingskaartjes leert dat drie soorten, *Arctica islandica*, *Echinocardium cordatum* en *Echinocardium flavescens* in beide tijdperken dezelfde verspreiding hadden. Eén soort, *Ophiura albida*, kwam wellicht in de periode 1870-1914 op minder plaatsen voor dan gedurende de jaren zeventig. Bij twee soorten, *Astropecten irregularis* en *Eupagurus bernhardus*, lag de verspreiding in de periode 1870-1914 meer naar het Noord-Oosten dan in de jaren zeventig. Bij alle andere soorten was de verspreiding in de periode 1870-1914 ruimer dan in de jaren zeventig. Vanwege de beperking tot slechts drie diergroepen kon deze vergelijking niet anders dan onvolledig zijn.

Triple-D monsterprogramma. Vergelijking van de verspreidingskaartjes leert dat vier soorten, *Ensis ensis*, *Echinocardium cordatum*, *Ophiura albida* en *Psammechinus miliaris* in beide tijdperken dezelfde verspreiding hadden. Bij vier soorten kwamen kleine verschillen in verspreiding voor: *Aphrodite aculeata*, *Arctica islandica*, *Nucula nitidosa* en *Phaxas pellucidus*. Aanzienlijke verschillen in verspreiding blijkt bij de soorten *Astropecten irregularis*, *Buccinum undatum*, *Corystes cassivelaunus*, *Echinocyamus pusillus*, *Eupagurus bernhardus*, *Liocarcinus holsatus*, *Nucula tenuis* en *Spisula solida*.

BIOMON Boxcore programma. Vergelijking van de verspreidingskaartjes leert dat zes soorten, *Amphiura filiformis*, *Arctica islandica*, *Chamelea striatula*, *Echinocardium cordatum*, *Nucula nitidosa* en *Ophiura albida* in beide tijdperken dezelfde verspreiding hadden. Bij twee soorten kwamen kleine verschillen in verspreiding voor: *Echinocyamus pusillus* en *Phaxus pellucidus*. Een aanzienlijk verschil in verspreiding bleek bij *Mysella bidentata*.

Uit het bovenstaande blijkt dat de vergelijking met de resultaten van de periode 1870-1914 met elk van de drie monsterprogramma's die tussen 1970 en 2000 zijn uitgevoerd afzonderlijk een duidelijk verschillend resultaat geven. De grote verschillen in de methoden van bemonstering die werden gebruikt maken dat de resultaten slechts ten dele vergelijkbaar zijn, ook wanneer het om verschillen in de verspreiding van soorten gaat. Ook is het aantal soorten dat zowel in twee recente bemonsteringen werd gevangen als in de periode 1870-1914 tamelijk beperkt. Voor een gering aantal soorten blijkt er echter overeenstemming te zijn tussen de verspreiding als gevonden bij twee recente bemonsteringsmethoden, zodat een vergelijking met de periode 1870-1914 een wat steviger grondslag heeft. Het gaat hier om de soorten *Arctica islandica* en *Echinocardium cordatum*, die vroeger en nu eenzelfde verspreiding blijken te hebben. Bij de soort *Phaxas pellucidus* blijkt slechts een klein verschil in verspreiding te bestaan tussen vroeger en nu. Aanzienlijke verschillen in verspreiding blijken er voor te komen tussen vroeger en nu bij de soorten *Buccinum undatum*, *Corystes cassivelaunus* en *Echinocyamus pusillus*.

In de periode 1870-1914 behoorden 4 soorten cnidaria en 4 soorten wormen tot de 41 soorten die het meest frequent voorkwamen, en behoorde 38% van de gevangen diersoorten niet tot de drie diergroepen die voor een vergelijking konden worden gebruikt. Ook kenmerkend voor deze periode waren de uitgestrekte oesterbanken die ten Zuiden van de Doggersbank voorkwamen en die thans verdwenen zijn.

HOOFDSTUK 6.

DISCUSSIE

6.1 VERGELIJKING MET RECENT ONDERZOEK.

In de literatuur zijn maar weinig pogingen ondernomen om een vergelijking te maken tussen de tijd voor 1914 en de laatste dertig jaar. Als regel heeft een vergelijking betrekking over veranderingen gedurende de laatste dertig jaar omdat vaak dezelfde bemonsteringsmethoden worden gebruikt waardoor een redelijk goede vergelijking mogelijk is. Krönke (1995) geeft vergelijkingen, hoofdzakelijk over de laatste 30 jaar, over het macrobenthos van de centrale en Zuidelijke Noordzee en constateert een toename van echinodermen en polychaeten en een afname van bivalvia, hetgeen toegeschreven wordt aan vervuiling en eutrophiëring. Alleen in het Skagerrak-Oslofjordgebied en het Kattegat is een redelijk goede vergelijking tussen de periode voor 1914 en de laatste 30 jaar mogelijk, omdat de bemonstering van Petersen in 1912 en 1914 zijn herhaald met behulp van hetzelfde, nabgebouwde vangmiddel dat Petersen gebruikte (Pearson et al. 1985, Rosenberg et al. 1987). In het Kattegat werd een toename geconstateerd van de biomassa van de Ophiuriden en Anneliden op alle stations, en een afname van Bivalvia, Gastropoden, Echinoiden en andere diergroepen. Dit komt overeen met een afname van deposit-feeders en een toename van suspension-feeders en carnivoren. Wanneer deze veranderingen hebben plaatsgevonden gedurende deze periode is onbekend. De auteurs veronderstellen dat een veranderde predatie door vissen, visserij met sleepnetten en lange-termijn temperatuurveranderingen aan deze veranderingen ten grondslag zouden kunnen liggen. In het Skagerrak-Oslofjord gebied werd een toename van de biomassa met een factor 1.8 waargenomen.

Er was een sterke toename van de biomassa van wormen (polychaeten) en echinodermen; de mollusken bleven gelijk en die van andere soorten was afgenomen. De auteurs schreven deze veranderingen toe aan een verrijking met organisch materiaal, met name in de Oslofjord.

Ook Rumohr en Kujawski (2000) trachtten een vergelijking te maken tussen de epifauna van de Zuidelijke Noordzee in de periode 1902-1912 en 1986. Zij gebruikten voor hun vergelijking voor de eerste periode alleen de gegevens van de Helgolander Fischereifahrt en Terminfahrt, die zij trachtten te vergelijken met de gegevens van de ICES Benthos survey in 1986. Voor de eerste periode werden gegevens van 56 stations gebruikt, en voor de tweede periode die van 75 stations. Alleen gegevens van de volgende diergroepen werden gebruikt: Decapoda, Echinoidea, Ophiuroidea, Asteroidea, Gastropoda en Bivalvia; in totaal 98 soorten. Hoewel de auteurs statistische vergelijkingsmethoden toepasten, o.a. similariteitsanalyse, gebruikten zij de resultaten hiervan niet voor hun conclusies.

Hoewel zij stelden dat het vergelijken van resultaten die met behulp van verschillende vangmiddelen zijn verkregen vragen opwerpt die niet bevredigend kunnen worden beantwoord, komen zij aan het einde van hun artikel toch tot conclusies. Bovendien bestaan er twijfels over de representativiteit van de resultaten van althans een deel van de ICES surveys. De stelling van de auteurs dat het macrobenthos van de Zuidelijke Noordzee in het begin van de twintigste eeuw nog „maagdelijk” zou zijn kan, gezien de sterke ontwikkeling van de Noordzeevervisserij met stoomtrawlers in de laatste twintig jaar van de negentiende eeuw in twijfel worden getrokken. Alles bijeen zijn er goede redenen de conclusies van deze auteurs te betwijfelen.

6.2 FACTOREN DIE INVLOED KUNNEN HEBBEN OP HET MACROBENTHOS.

6.2.1

Van de factoren die mogelijk invloed zouden kunnen hebben op het macrobenthos van de Zuidelijke Noordzee is eutrophiëring waarschijnlijk beperkt tot de ondiepe kustzeeën zoals bijvoorbeeld de Oslofjord of de Waddenzee, of de kustzone van de Noordzee in het algemeen. Dat eutrophiëring effect zou hebben bij de Doggersbank of in de centrale Noordzee kan echter worden betwijfeld. Eutrophiëring vergroot de populaties van polychaeten en brokkelsterren in kustwateren, waardoor er meer voedsel voor platvissen wordt gevormd.

6.2.2

Een andere factor die invloed zou kunnen uitoefenen zijn klimaatveranderingen die verschuivingen in de watertemperatuur en beschikbaarheid van voedingszouten met zich meebrengen. Het effect hiervan op de Noordzee is in het verleden waarschijnlijk onderschat. Deze veranderingen kunnen het duidelijkst waargenomen worden in lange-termijn plankton waarnemingen. Gedurende de laatste 30 jaar werden twee anomalieën in de Noordzee waargenomen, een aan het eind van de jaren zeventig en een aan het eind van de jaren tachtig (Edwards et al. (2002). Deze anomalieën houden verband met grotere invloed van oceaankwater in de Noordzee, hetgeen een verschuiving van het ecosysteem met zich mee kan brengen, en wellicht op de biomassa van de macrofauna in de Zuidelijke Noordzee.

6.2.3

Het gevolg van het bevissen van de Zuidelijke Noordzee met sleepnetten of met boomkorren op het macrobenthos is in hoofdzaak tweërlei. In de eerste plaats verandert de bodemstructuur door het bevissen: schelpen en

keien worden verplaatst of verwijderd, modderlaagjes worden verwijderd, de bodem wordt, met name door het gebruik van zware boomkorren, omgeploegd. In de tweede plaats worden biogene taxa verwijderd, met name de gene die vastgehecht zijn aan schelpen en stenen en hiermee geassocieerd zijn, bv hydroiden, bryozoën en sponzen. Aangezien er al 120 jaar sprake is van gemechaniseerde visserij met sleepnetten, zijn de diersoorten die nu waargenomen worden het product van vele decennia continue visserijverstoring. Vermoedelijk kan een beginnende, lage visserijinspanning reeds een significant effect hebben op de diversiteit en de samenstelling van het macrobenthos. In beviste staat treedt waarschijnlijk een relatieve stabiliteit op over een groot bereik aan visserijinspanningen. Wanneer een technisch fundamenteel nieuwe ontwikkeling in de visserij optreedt zoals de invoering van de boomkor in de zestiger jaren van de twintigste eeuw, benevens het sterk stijgen van het machinevermogen, gaan duidelijk nieuwe veranderingen optreden. Intensief korren leidt tot een meer homogene omgeving, vergelijkbaar met het omploegen van een akker. Dit type visserij werkt ten gunste van crustaceeën en zeesterren die beter dan andere diergroepen herhaaldelijk bevissen kunnen weerstaan en als aaseters voordeel hebben bij beschadigde dieren en weggeworpen bijvangsten (Jennings en Kaiser 1998).

Het effect dat de gemechaniseerde visserij op het macrobenthos van de Zuidelijke Noordzee heeft uitgeoefend kan waarschijnlijk in tenminste drie fasen worden onderscheiden: eerst een periode van dynamische groei van het aantal stoomtrawlers, waarin al die soorten die gemakkelijk weggevisst kunnen worden, met name soorten vastgehecht op schelpen e.d. sterk verminderen. In deze periode valt ook het gericht wegvissen van de oesterbedden ten Zuiden van de Doggersbank. Daarna treedt in de tweede fase een zekere stabilisatie op, waar een niet al te grote verandering in visserijinspanning weinig verandering teweeg brengt. In de laatste dertig jaar treedt opnieuw een duidelijke verandering op als gevolg van technische ontwikkelingen in de visserij.

6.2.4

Naast veranderingen als gevolg van de visserij zal er ook invloed zijn geweest ten gevolge van veranderende kwaliteit van oceaanwater op de Noordzee, die via het pelagische systeem inwerkt op de bodemfauna. Deze invloed is waarschijnlijk groter dan men tot voorkort aannam. Deze invloed kan echter niet worden onderscheiden van die van de visserij. Wanneer er in het geheel geen visserij zou hebben bestaan in de Noordzee zou er toch verandering in het macrobenthos optreden, alleen in een veel langzamer tempo dan thans het geval is.

HOOFDSTUK 7. OESTERBANKEN IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE.

Honderd jaar geleden kwamen er in de Zuidelijke Noordzee uitgestrekte banken van de oester (*Ostrea edulis* L.) voor. Dit blijkt uit zowel Engelse als Duitse bronnen. De gegevens waarop het voorkomen en de locatie van de oesterbanken berust zijn afkomstig van vissers. De onderstaande beschouwing is gebaseerd op Duitse bronnen, benevens op kaarten uit een Engelse visserijatlas.

De oppervlakte waar oesters voorkwamen bedroeg 20-30 vierkante Duitse mijlen, hetgeen overeenkomt met 25500 km², zijnde de oppervlakte aangegeven op de kaarten van de Engelse visserijatlas (Fig 12). De Zuidelijke rand van de oesterbanken begint ten ZW van Helgoland en loopt tot ten W van Terschelling parallel aan de kust op een afstand van 10 Duitse mijlen (74 km). Ze lagen op een diepte van 32-41 m op slikkig-zandige bodem die rijk aan schelpen was.

De oesters zouden een grotere dichtheid hebben ten NW van Helgoland iets ten N van 55°NB. De Noordgrens van de oesterbanken wordt in de Duitse literatuur niet aangegeven; ten NW van Helgoland zijn geen oesters boven een breedte van 55° 35' NB. Ten N van 55° NB lagen de oesters plaatselijk zeer dicht. Ook zou er een strook zijn van Borkum tot ten NW van Terschelling met een breedte van 2-3 zeemijlen waar een grotere dichtheid aan oesters zou voorkomen.

De Noordzeeoesters waren groot en zwaar; hun in de regel zeer dikke schelpen hadden een ronde tot vierkante vorm, veroorzaakt door de grotere of kleinere uitbreiding van de voorste zijrand van de schelp. Exemplaren van 13,5 cm breed, 11,8-12,5 cm lang en 3,2 cm hoogte waren volstrekt niet zeldzaam. In deze omvangrijke schelpen zat een verhoudingsgewijze klein en mager dier. Vaak zaten 3-5 of meer individuen aan elkaar vastgegroeid in verschillende richtingen, vaak hoogst merkwaardige groepen vormend. In de holten tussen de oesters vonden vele andere dieren passende woonruimte.

Op en bij de oesters leefde een er mee geassocieerde fauna. In de holten van de samengegroeide oesters leefden *Saxicava rugosa* (schelpdier), ascidien (manteldieren) en vele andere diersoorten. De oesters waren vrijwel zonder uitzondering begroeid met zeer omvangrijke kolonies van *Alcyonium digitatum* (Dodemansduim) die voedsel vormden voor vele Crustaceae (krabben en kreeften) en naaktslakken. Van de naaktslakken waren het talrijkst *Tritonia plebeia*, minder talrijk waren een gevlekte variëteit van *Polycera 4-lineata* en enkele *Coryphella verrucosa*. Van de Crustaceae waren altijd aanwezig *Galathea intermedia*, *Janira maculosa* en *Montacuta* soorten. Op en in de slikkige bodem huisden de borstelwormen *Aphrodita aculeata* (fluwelen zeemuisc), *Ophelina acuminata* en *Diastylis rathkii*. Net als op de oesterbanken op het wad kwamen borstelwormen, actinien (zeeanemonen) en kleine zeeegels (*Psammechinus miliaris*) zeer veel voor. De gewone zeester was echter zeldzamer; in zijn plaats kwam *Astropecten irregularis* voor, net als ook de bossen van de poliep *Sertularia cupressina* ten dele door *Hydrallmania falcata* waren vervangen. Als karakteristieke bewoners van oesterschelpen kunnen verder genoemd worden de zeepokken *Balanus balanus* en *Verruca stroemia*, die beide niet voorkwamen in het Oostfriese waddengebied.

In het laatste kwart van de negentiende eeuw werden deze oesters niet alleen als bijvangst van andere visserij gevangen, maar Engelse vissersvaartuigen (smacks) visten reeds ten dele uitsluitend op oesters, waarbij van oesterkorren gebruik werd gemaakt. In het jaar 1889 bijvoorbeeld visten 90 van een bun voorziene Engelse vaartuigen op oesters waarbij in een reis van 3 weken 25000-40000 stuks oesters konden worden gevangen. Duitse viskotters, vooral uit Finkenwerder bij Hamburg begonnen veel later gedurende het winterseizoen, als andere visserij stil lag, op oesters te vissen. In 1892 bijvoorbeeld kon een kotter in een enkele reis van 3-4 weken 20000-30000 oesters worden gevangen. Door alle Duitse kotters tezamen kon er in een seizoen een miljoen oesters aangevoerd worden. Later werd dit meer: in het seizoen 1899-1900 werd in totaal 2260000 oesters aangevoerd, in 1900-1901: 1910000. Ook Nederlandse vissers zouden aan deze visserij hebben deelgenomen.

Een betere smaak en conditie kon verkregen worden door de oesters een langer verblijf in het kustwater te geven, omdat het kustwater rijker aan voedsel is. Er kon echter een aanmerkelijk verlies in aantallen oesters optreden.

De oesters zijn in de eerste helft van de twintigste eeuw uit de Noordzee verdwenen, hetgeen ten dele aan de visserij wordt toegeschreven.

- A. Metzger, A.: Physikalische und faunistische Untersuchungen in der Nordsee während des Sommers 1871.- Komm.z.wiss.Unters.d.deutsch.Meere in Kiel, 1. Jahresbericht 1871. Anhang 1, 1873, 169-171.
- B. Die wilden Austernbanke der Nordsee.- Mitth.Sekt. Küsten und Hochseefischerei 1886: 10
- C. Die wilden Austernbanke der Nordsee.- Mitth.Sekt. Küsten und Hochseefischerei 1890: 34-35.
- D. Ehrenbaum, E.: Die Nordseeauster.- Mitth.Sekt.Küsten und Hochseefischerei 1892: 49-53.
- E. Rapp.Proc-Verb. Cons.perm.int.explor.mer 3: 40 (1905).
- F. Backhaus, J.: Die Fischgründe der Nordsee.- Mitth.Sekt.Küsten und Hochseefischerei 1906: 196-202.
- G. Vooys, C.G.N. de: Oestervisserij in de Noordzee ruim honderd jaar geleden.- Visserijnieuws, Bijlage 12 September 2001 nr 39, p 33.
- H. Olsen, O.T.: The Piscatorial Atlas. Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street, London 1883.

LITERATUUR.

A. BRONNEN VOOR DE GEBRUIKTE GEGEVENS.

Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt von 21. Juli bis 9. September 1872.

Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1872. 1873. II. und III. Jahrgang. Berlin 1875.

1. Rhizopoden	F.E.Schulze	p 99-114
2. Coelenteraten	F.E.Schulze	p 121-142
3. Echinodermata	K.Moebius u. O.Bütschli	p 143-151
4. Vermes	K.Moebius	p 153-170
5. Bryozoa	Dr Kirchenpauer	p 173-192
6. Tunicata	C.Kupfer	p 197-228
7. Mollusca	A.Metzger	p 230-275
8. Gymnobranchien	H.A.Meyer	p 265-267
9. Crustaceae	A.Metzger	p 277-309

Beitrage zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee. Ergebnisse dreier wissenschaftlicher Untersuchungsfahrten in den Jahren 1889 und 1890.

Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel, Neue Folge 1. 1896.

Alleen reis van August Bröhan van 24 Augustus tot 17 September 1890.

1. Spongien	W.Weltner	p 325-328
2. Echinodermen	M.Meissner und A.Collin	p 329-345
3. Bryozoa	A.Ortmann	p 347-362

Idem, Neue Folge 2. 1897.

4. Polychaeten	W.Michaelsen	p 5-215
5. Cumaceae und Schizopoden	E.Ehrenbaum	p 403-435

Idem, Neue Folge 3 (Abt. Helgoland) 1900.

6. Hydroiden	C.Hartlaub	p 83-125
--------------	------------	----------

Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge 12 (Abt. Kiel) 1911.

1. Lamellibranchiaten	E.Schrader	p 1-70
2. Isopoden	C.Zirwas	p 76-118
3. Seeigel, Seesterne und Schlangensterne	S.Süssbach & A.Breckner	p 169-299
Idem, Neue Folge 13 (Abt. Kiel) 1911		
4. Nephthydeen und Lycorideen	A.Heinen	p 5-86
5. Glyceriden	M. Voit	p 91-125
Idem, Neue Folge 15 (Abt. Kiel) 1913		
6. Maldaniden	W.Nolte	p 5-91
7. Carididen	H. Wedemeyer	p 107-163
8. Sabelliden	A. Hofsommer	p 307-364
Idem, Neue Folge 16 (Abt. Kiel) 1914		
9. Sipunculoiden	J.Fischer	p 87-127
Idem, Neue Folge 17 (Abt. Kiel) 1915		
10. Dekapoden	A.Blohm	p 3-114
Idem, Neue Folge 19 (Abt. Kiel) 1919- 1922		
11. Cirripedia und Thoracica	P.Schaper	p 213-250

Bijdragen tot de fauna der Zuidelijke Noordzee verzameld met de „Wodan”

1. Echinodermata	J.J.Tesch
3. Cephalopoda	J.J.Tesch
4. Decapode Crustaceae	J.J.Tesch
5. Pycnogonida	J.J.Tesch
6. Schizopoden	J.J.Tesch
7-8 Amphipoden	J.J.Tesch

Jaarboek van het Rijksinstituut voor het Onderzoek der Zee 1903-1911.

Redeke, H.C. en Breemen, P.J.van : Plankton en bodemdieren in de Noordzee verzameld van 1-6 Augustus 1901 met de „Nelly” IJm 9.

Tijdschr.Ned.Dierk.Ver. 2^e serie 8 118-147 1904.

Walton, C.L. : Actiniae collected by the s. s. “Huxley” in the North Sea during the summer of 1907.

J.Mar.Biol.Ass.U.K., n.s. 8 : 215-226 (1907-1910).

Walton, C.L. : Nudibranchia collected in the North Sea by the s.s. “Huxley” during July and August 1907.-

J.Mar.Biol.Ass. U.K., n.s. 8 : 227-240 (1907-1910).

“Aurelia” cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea.

Interne Verslagen Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.

Creutzberg, F. : Introductory Report. 1979-4.

Noort, G.J. van, F. van Leeuwen and F. Creutzberg : Report 1: Trawl survey April-May 1972. 1979-5.

Noort, G.J. van, F. van Leeuwen and F. Creutzberg : Report 2: Trawl survey June-July 1972. 1979-6.

Noort, G.J. van, F. van Leeuwen and F. Creutzberg : Report 3 : Trawl survey October-November 1972. 1979-7.

Noort, G.J. van, F. van Leeuwen and F. Creutzberg: Report 4 : Trawl survey January-February 1973. 1979-8.

Noort, G.J. van and F. Creutzberg: Report 5 : Trawl survey October-November 1974. 1981-1.

Noort, G.J. van, F. Creutzberg and R. Dapper: Report 6: Trawl survey September-November 1975. 1982-7.

Noort, G.J. van, F. Creutzberg and R. Dapper: Report 7: Trawl survey February-March 1976. 1983-3.

Noort, G.J. van, F. Creutzberg and R. Dapper: Report 8: Trawl survey October 1976. 1984-1.

Noort, G.J. van, F. Creutzberg and G.C.A. Duineveld: Report 9: Trawl survey May and July 1980. 1986-3.

Creutzberg, F., G.C.A. Duineveld and G.J. van Noort: Report 10 : The effect of different numbers of tickler chains on beam-trawl catches. 1985-1.

B. VERDERE LITERATUUR

Bergman, M.J.N. en J. van Santbrink (1994) A new benthos dredge (Triple-D) for quantitative sampling of infauna species of low abundance. *Neth.J.Sea Res.* 33: 129-133.

Bergman, M.J.N. en J. van Santbrink (1998) Distribution of larger sized invertebrate species (megafauna) in the

- Dutch sector of the North Sea. BEON final report nr 98-2: The distribution of benthic macrofauna in the Dutch sector of the North Sea in relation to the micro distribution of beam trawling, 55-89.
- Bergman, M.J.N. en J. van Santbrink (2000). Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North Sea in 1994. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 1321-1331.
- Edwards, M. G. Beaugrand, P.C.Reid, A.A.Rowden and M.B.Jones (2002). Ocean climate analogies and the ecology of the North Sea. *Mar.Ecol. Progr. Ser.* 239: 1-10.
- Forbes, E. (1841) A history of British starfishes and other animals of the class Echinodermata. London, John van Voorst, 1, Paternoster Row.
- Forbes, E. (1859) Natural history of the European Seas. London, J. van Voorst, 1, Paternoster Row.
- Gosse, P.H. (1855-56) A manual of marine zoology for the British Isles. London, John van Voorst, 1, Paternoster Row.
- Holme, N.A. (1964) Methods of sampling the benthos. *Adv. Mar. Biol.* 2: 171-260.
- Holtmann, S.E. et al. (1996) Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, 244pp.
- Jennings, S. and M.J.Kaiser, (1998) The effect of fishing on marine ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 34: 201-352.
- Johnstone, J. (1908) Conditions of life in the sea. A short account of quantitative marine biological research. Cambridge University Press. pp 332.
- Krönke, I. (1995) Long-term changes in North Sea benthos. *Senckenbergia maritima* 26: 73-80.
- Kyle, H.M. (1903) Fishing nets, with special reference to the otter trawl. *J.Mar.Biol.Ass.U.K.* 6: 562-568.
- Lavaleye, M.S.S. en M.J.N.Bergman (2000). Zeldzame en langlevende soorten uit de schaaftrekken van 1997 op het NCP.- Macrobenthos van het NCP; Rapport Ecosysteendoelen Noordzee, Kon.NIOZ-Rapport 2000-4, 27-42.
- Lenz, W. (1992) Die Überfischung der Nordsee – ein historischer Überblick des Konfliktes zwischen Politik und Wissenschaft. *Historisch-Meereskundliches Jahrbuch*, Band I, 87-108. Dietrich Reimer Verlag, Berlin-Hamburg.
- Lindeboom, H.J., de Groot, S.J. (editors): The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. *Nioz-Rapport* 1998-1, pp 404.
- Pearson, T.H., Josefson, A.B. and R.Rosenberg (1985) Peterson 's benthic stations revisited. I. Is the Kattegat becoming eutrophic? *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.* 92: 157-206.
- Rosenberg, R., Gray, J.S., Josefson, A.B. and T.H.Pearson (1987) Petersen' s benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.* 105: 219-251.
- Rumohr, H., T.Kujawski (2000) The impact of trawl fishery on the epifauna of the southern North Sea. *ICES J. Mar. Sc.* 57: 1389-1394.
- Vooys, C.G.N. de (1990) Expected biological effects of long-term changes in temperatures on benthic ecosystems in coastal waters around the Netherlands. In: J.J.Beukema et al.(eds), *Expected Effects of Climatic Change on Marine Coastal Ecosystems*, 77-82. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.

APPENDIX A.

Stations van de „Pommerania” op het Nederlands Continentaal Plat. De meeste stations worden niet vermeld in de publicatie, maar werden uitgemeten op de bijgevoegde kaart.

Station nr	NB°	NB'	OL°	OL'	datum
116	52	25	3	10	20-8-1872
117	52	30	3	38	20-8-1872
118	52	35	3	52	20-8-1872
119	52	40	4	3	21-8-1872
120	52	45	4	23	21-8-1872
121	52	54	4	37	21-8-1872
122	52	58	4	37	21-8-1872
123	53	0	4	43	21-8-1872
124	id	id	id	id	22-8-1872
125	53	4	5	4	22-8-1872
126	52	53	5	8	22-8-1872
127	52	47	5	18	22-8-1872
128	52	56	5	17	22-8-1872
129	53	2	5	20	22-8-1872
130	53	10	5	9	22-8-1872
131	53	19	5	5	22-8-1872
132	id	id	id	id	22-8-1872
133	id	id	id	id	23-8-1872
134	53	32	5	13	23-8-1872

135	53	45	5	29	23-8-1872
136	53	56	5	8	23-8-1872
137	54	5	4	55	23-8-1872
138	54	12	5	0	23-8-1872
139	54	8	5	17	23-8-1872
140	53	40	6	12	23-8-1872
141	53	45	6	21	24-8-1872
142	53	55	6	22	24-8-1872
143	53	58	6	26	24-8-1872
144	54	15	6	45	24-8-1872
145	54	23	6	52	24-8-1872

APPENDIX B. SYNONIEMEN.

<u>Naam expeditie</u>	<u>Diergroep</u>	<u>Gevonden naam</u>	<u>Geldige naam</u>
Pommerania	Cnidaria	Actinoloba dianthis	Metridium senile
Pommerania	Mollusca	Aeolis drummondi	Facelina bostoniensis
Pommerania	Crustacea	Amphelisca laevigata	Amphelisca brevicornis
Pommerania	Echinodermata	Archaster tenuispinus	Pontaster tenuispinus
Pommerania	Annelida	Astemma rufifrons	Tetrastemma rufescens
Pommerania	Crustacea	Callistoma kroyeri	Scopelocheirus hopei
Pommerania	Cnidaria	Clytia johnstoni	Clytia haemiphaeria
Pommerania	Crustacea	Crangon nanus	Philoceras bispinosus
Pommerania	Rhizopodea	Discortina turbo var globularis	Discorbis globularis
Pommerania	Mollusca	Doris pilosa	Acanthodoris pilosa
Pommerania	Cnidaria	Eucope lucifera	Obelia geniculata
Pommerania	Crustacea	Hippomedon holbolli	Hippomedon denticulatus
Pommerania	Crustacea	Hippolyte pusiola	Eualus pusiolus
Pommerania	Tunicata	Hornera violacea	Stigmatoechos violacea
Pommerania	Crustacea	Iphinoe gracilis	Iphinoe tenella
Pommerania	Mollusca	Lucinopsis undata	Mysia undata
Pommerania	Mollusca	Mactra solida	Spisula solida
Pommerania	Crustacea	Melita obtusata	Abludomelita obtusata
Pommerania	Bryozoa	Membranipora pilosa	Electra pilosa
Pommerania	Mollusca	Modiolaria marmorata	Modiolarca subpicta
Pommerania	Tunicata	Molgula arenosa	Eugyra arenosa
Pommerania	Crustacea	Mysis flexuosa	Praunus flexuosus
Pommerania	Crustacea	Mysis inermis	Praunus inermis
Pommerania	Crustacea	Mysis ornata	Shistomysis ornata
Pommerania	Bryozoa	Onchopora borealis	Tessaradoma boreale
Pommerania	Echinodermata	Ophioglypha sarsi	Ophiura sarsi
Pommerania	Tunicata	Pelonacea corrugata	Pelonaia corrugata
Pommerania	Cnidaria	Perigonimus repens	Leuckartiara octono
Pommerania	Tunicata	Phallusia virginea	Ascidia virginea
Pommerania	Crustacea	Podalirus typicus	Pariambus typicus
Pommerania	Annelida	Polynoe squamata	Lepidonotus squamatus
Pommerania	Rhizopodea	Polystomella striatopunctata	Elphididiononion selseyense
Pommerania	Crustacea	Portunus holsatus	Liocarcinus holsatus
Pommerania	Cnidaria	Rotalia beccarii	Streblus beccarii
Pommerania	Cnidaria	Sagartia viduata	Sagartiogeton undatus
Pommerania	Mollusca	Saxicava rugosa	Hiatella striata
Pommerania	Annelida	Sigalion idunae	Sthenelais boa
Pommerania	Crustacea	Stenochynchus rostratus	Macropodia rostrata
Pommerania	Mollusca	Syndosmya alba	Abra alba

Pommerania	Mollusca	Syndosima nitida	Abra nitida
Pommerania	Mollusca	Syndosima prismatica	Abra prismatica
Pommerania	Cnidaria	Tubularia simplex	Tubularia larynx
Pommerania	Mollusca	Turritella unguolina	Turritella communis
Pommerania	Mollusca	Venus gallina	Chamelea striatula
August Bröhan	Echinodermata	Amphiura elegans	Amphipholis squamata
August Bröhan	Annelida	Aricia armigera	Scoloplos armiger
August Bröhan	Annelida	Aricia cuvieri	Orbinia sertulata
August Bröhan	Cnidaria	Antennularia ramosa	Nementesia ramosa
August Bröhan	Cnidaria	Bougainvillea muscus	Bougainvillea ramosa
August Bröhan	Echinodermata	Cucumaria pentactes	Leptopentacta elongata
August Bröhan	Annelida	Eone nordmanni	Glycinde nordmanni
August Bröhan	Annelida	Ephesia gracilis	Sphaerodorum gracilis
August Bröhan	Annelida	Glycera capitata	Glycera lapidum
August Bröhan	Annelida	Lumbriconereis fragilis	Scoletoma fragilis
August Bröhan	Annelida	Lumbriconereis futilis	Lumbrineris futilis
August Bröhan	Annelida	Lumbriconereis nardonis	Lumbrineris latreilli
August Bröhan	Annelida	Nephtys scolopendroides	Nephtys hombergi
August Bröhan	Annelida	Nychia cirrosa	Gattyana cirrhosa
August Bröhan	Annelida	Ophelia limacina	Ophelia borealis
August Bröhan	Annelida	Opercularella nana	Campanulina pumila
August Bröhan	Echinodermata	Ophioglyphia ciliata	Ophiura ophiura
August Bröhan	Annelida	Owenia filiformis	Owenia fusiformis
August Bröhan	Annelida	Pectinaria auricoma	Amphictene auricoma
August Bröhan	Annelida	Pectinaria koreni	Lagis koreni
August Bröhan	Cnidaria	Perigonimus sarsi	Rhizorhagium sarsii
August Bröhan	Annelida	Phyllodoce callirhynchus	Phyllodoce lineata
August Bröhan	Annelida	Phyllodoce groenlandica	Anaitides groenlandica
August Bröhan	Annelida	Sthenelais idunae	Sthenelais boa
August Bröhan	Annelida	Stylarioides glaucus	Biplocirrus glaucus
August Bröhan	Cnidaria	Thaumanthias inconspicua	Clytia hemisphaeria
Fischereifahrt	Mollusca	Astarte banksii	Astarte sulcata
Fischereifahrt	Mollusca	Axinus croulinensis	Thyasira croulinensis
Fischereifahrt	Mollusca	Axinus flexuosus	Thyasira flexuosa
Fischereifahrt	Crustacea	Balanus balanoides	Semibalanus balanoides
Fischereifahrt	Crustacea	Balanus hameri	Chirona hameri
Fischereifahrt	Crustacea	Balanus porcatus	Balanus balanus
Fischereifahrt	Crustacea	Crangon vulgaris	Crangon crangon
Fischereifahrt	Mollusca	Dosinia linctia	Dosinia lupinus
Fischereifahrt	Crustacea	Eupagurus pubescens	Pagurus pubescens
Fischereifahrt	Crustacea	Gebia stellata	Upogebia stellata
Fischereifahrt	Annelidae	Glycera ehlersi	Glycera oxycephala
Fischereifahrt	Crustacea	Homarus vulgaris	Homarus gammarus
Fischereifahrt	Mollusca	Leda minuta	Nuculana minuta
Fischereifahrt	Crustacea	Macropodia longirostris	Macropodia tenuirostris
Fischereifahrt	Mollusca	Mactra solida var truncata	Spisula solida
Fischereifahrt	Mollusca	Modiola marmorata	Modiolarca subpicta
Fischereifahrt	Mollusca	Modiola modiolus	Modiolus modiolus
Fischereifahrt	Mollusca	Modiolaria nigra	Musculus niger
Fischereifahrt	Mollusca	Montacuta bidentata	Mysella bidentata
Fischereifahrt	Annelida	Nephtys caeca var ciliata	Nephtys ciliata
Fischereifahrt	Annelida	Nephtys ehlersi	Nephtys cirrosa
Fischereifahrt	Annelida	Nephtys rubella	Aglaophamus rubelli
Fischereifahrt	Annelida	Nereis fucata	Neanthes fucata

Fischereifahrt	Mollusca	<i>Nucula nitida</i>	<i>Nucula nitidosa</i>
Fischereifahrt	Echinodermata	<i>Ophiocnida brachiata</i>	<i>Serocnida brachiata</i>
Fischereifahrt	Echinodermata	<i>Ophiura ciliaris</i>	<i>Ophiura ophiura</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Pecten opercularis</i>	<i>Aquiptecten opercularis</i>
Fischereifahrt	Annelida	<i>Phascolosoma abyssorum</i>	<i>Nephasoma abyssorum</i>
Fischereifahrt	Annelida	<i>Phascolosoma procerum</i>	<i>Golfingia procera</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Psammobia ferroensis</i>	<i>Gari fervensis</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Saxicava arctica</i>	<i>Hiatella arctica</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Scrobicularia longicallis</i>	<i>Abra longicallus</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Scrobicularia nitida</i>	<i>Abra nitida</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Scrobicularia prismatica</i>	<i>Abra prismatica</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Solen ensis</i>	<i>Ensis ensis</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Solen pellucidus</i>	<i>Phaxas pellucidus</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Solen siliqua</i>	<i>Ensis siliqua</i>
Fischereifahrt	Crustacea	<i>Spirontocaris pusiola</i>	<i>Eualus pusiolus</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Tellina balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Tellina fabula</i>	<i>Fabulina fabula</i>
Fischereifahrt	Mollusca	<i>Tellina pusilla</i>	<i>Moerella pygmaea</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Asterias mulleri</i>	<i>Leptasterias muelleri</i>
Wodan	Crustacea	<i>Chaetonymphon hirtum</i>	<i>Nymphon hirtum</i>
Wodan	Crustacea	<i>Cheraphilus trispinosus</i>	<i>Philocheras trispinosus</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Cribrella sanguinolenta</i>	<i>Henricia sanguinolenta</i>
Wodan	Crustacea	<i>Dasymysis longicornis</i>	<i>Acanthomysis longicornis</i>
Wodan	Crustacea	<i>Eupagurus pubescens</i>	<i>Pagurus pubescens</i>
Wodan	Crustacea	<i>Euthemisto compressa</i>	<i>Themisto gaudichaudii</i>
Wodan	Crustacea	<i>Euthemisto gracilipes</i>	<i>Themisto gaudichaudii</i>
Wodan	Mollusca	<i>Loligo media</i>	<i>Alloteuthis medius</i>
Wodan	Crustacea	<i>Macropsis slabberi</i>	<i>Mesopodopsis slabberi</i>
Wodan	Crustacea	<i>Nika edulis</i>	<i>Processa edulis</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Ophioglypha affinis</i>	<i>Ophiura affinis</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Ophioglypha albida</i>	<i>Ophiura albida</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Ophioglypha texturata</i>	<i>Ophiura texturata</i>
Wodan	Crustaceae	<i>Parathemisto oblivia</i>	<i>Themisto abyssorum</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Parechinus miliaris</i>	<i>Psammechinus miliaris</i>
Wodan	Crustacea	<i>Portunus marmoreus</i>	<i>Liocarcinus marmoreus</i>
Wodan	Crustacea	<i>Portunus pusillus</i>	<i>Liocarcinus pusillus</i>
Wodan	Crustacea	<i>Portumnus variegatus</i>	<i>Portumnus latipes</i>
Wodan	Crustacea	<i>Rhoda inermis</i>	<i>Thysanoessa inermis</i>
Wodan	Crustacea	<i>Rhoda raschi</i>	<i>Thysanoessa raschi</i>
Wodan	Echinodermata	<i>Solaster papposus</i>	<i>Crossaster papposus</i>
Wodan	Crustacea	<i>Spirontocaris cranchi</i>	<i>Thoralus cranchi</i>
Wodan	Crustacea	<i>Spirontocaris securifrons</i>	<i>Spirontocaris liljeborgii</i>
Wodan	Crustacea	<i>Thia polita</i>	<i>Thia scutellata</i>
Wodan	Crustacea	<i>Virbius varians</i>	<i>Palaemonetes varians</i>
Huxley	Cnidaria	<i>Sagartia miniata</i>	<i>Sagartia elegans</i>
Huxley	Cnidaria	<i>Sagartia viduata</i>	<i>Sagartiogeton undatus</i>

De in de onderstaande lijst genoemde soorten zijn niet meegenomen in de analyse, omdat er toen nog geen gel-
dige Latijnse namen van deze soorten gevonden waren.

Pommerania	Mollusca	Aeolis rufibranchiata	Coryphella nerrucosa
Pommerania	Annelida	Ammotrypane aulogaster	Ophelia acuminata
Pommerania	Echinodermata	Astroperten mulleri	Astropecten irregularis
Pommerania	Crustacea	Galathea andrewsii	Galathea intermedia
Pommerania	Nemertini	Nemertes fragilis Dal	
Pommerania	Crustacea	Noenia excavata Bate	Gammaropsis nitida
Pommerania	Crustacea	Noenia rimapalmata Bate & Westwood	Gammaropsis nitida
Pommerania	Cnidaria	Plumularia falcata	Hydrallmania falcata
Pommerania	Annelida	Polynoe cirrata Pall	Gattiana cirrhosa
Pommerania	Annelida	Tomopteris onisciformis Eschsch	Tomopteris helgolandica
August Bröhan	Crustacea	Cuma pulchella G O Sars	Bodotrix pulchella
August Bröhan	Crustacea	Diastylis spinosa Norman	Diastylis bradyi
August Bröhan	Crustacea	Pseudocuma cercaria Van Beneden	Pseudocuma langicornis
Fischereifahrt	Annelida	Eone longepapillata n.sp. (Max Voit)	Glycinde nordmanni
Fischereifahrt	Crustacea	Leptognathia longiremis Lilljeb.	Akanthophoreus longiremis
Fischereifahrt	Crustacea	Munna brandti (Clemens Zirwas)	
Huxley	Cnidaria	Bolocera longicornis Carlgren	Bolocera tuediae
Huxley	Cnidaria	Sagartia pallida var. rufa Holdsworth	Edwardsia carlgreni
Wodan	Cnidaria	Antennularia antennina	Nomentesia antennina
Wodan	Mollusca	Artemis exoleta	Dosinia exoleta
Wodan	Mollusca	Artemis linctia	Dosinia lupinus
Wodan	Mollusca	Astarte compressa	Astarte elliptica
Wodan	Cnidaria	Campanularia (Gonothyrea) gracilis	Clytia gracilis
Wodan	Cnidaria	Campanularia johnstoni	Clytia haemisphaerica
Wodan	Mollusca	Cardium norvegicum	Laevicardium crassum
Wodan	Cnidaria	Chrysaora isosceles	Chrysaora hysoscella
Wodan	Mollusca	Donax anatina	Donax anatina
Wodan	Mollusca	Donax trunculus	Donax vittatus
Wodan	Mollusca	Doris tuberculata	Anchidoris pseudoarchus
Wodan	Bryozoa	Flustra membranacea	Membranipora m.
Wodan	Bryozoa	Flustra securifrons	Secuniflustra securifrons
Wodan	Mollusca	Fusus antiquus	Neptunea antiqua
Wodan	Mollusca	Fusus propinquus	Colus gracilis
Wodan	Bryozoa	Halodactylus gelatinosus	Alcyonidium spec.
Wodan	Bryozoa	Halodactylus mytili	Alcyonidium spec.
Wodan	Mollusca	Natica islandica	Amauropsis islandica
Wodan	Mollusca	Natica sordida	Polinices furcus
Wodan	Mollusca	Pecten varius	Chlamys varia
Wodan	Crustacea	Pisa biaculeata Leach	Pisa armata
Wodan	Tunicata	Polyclinum ficus	Synoicum pulmonaria
Wodan	Mollusca	Psammobia ferroensis	Gari fervensis
Wodan	Mollusca	Scalaria trevelyana	Epitomium trevelyanum
Wodan	Crustacea	Thysanoessa neglecta Kroyer	
Wodan	Mollusca	Trochus occidentalis	Calliostoma occidentale

In het Jaarboek van het Rijksinstituut voor het onderzoek der zee worden bij de waarnemingen (van de Wodan) van dieren, behorende tot het macrobenthos, bij de namen geen auteursnamen vermeld. Dit is wel het geval bij die groepen die door Tesch speciaal werden bewerkt. Niet speciaal bewerkt waren de Mollusca, Cnidaria en Bryozoa.

APPENDIX C.

Oude Duitse lengtematen.

1 deutsche Meile = 7420 m.

1 Faden = 1,83 m.

1 Fusz = 12 Zoll = 30,48 cm.

1 Zoll = 2,54 cm.

Engelse lengtematen.

1 inch = 2,54 cm

1 foot = 0,30 m

1 yard = 0,91 m
 1 fathom = 1,83 m
 1 mile = 1855 m (sea or nautical mile)

SAMENVATTING.

Dit rapport is het resultaat van een literatuuronderzoek naar het voorkomen van de bodemfauna (macrobenthos) op het Nederlands Continentale Plat (NCP) in de periode 1870-1914. De gegevens zijn afkomstig van Duitse, Nederlandse en Engelse expedities. Met name Duits onderzoek heeft in deze periode veel bijgedragen: de Pommerania expeditie (1872), de August Bröhan expeditie (1890) en de tochten van de Poseidon (1902-1905). De Nederlandse bijdrage werd hoofdzakelijk geleverd door de tochten van de Wodan (1902-1911) en de Engelse met de tochten van de Huxley (1907). De gegevens omvatten alleen het aantal soorten dat per station werd gevangen; er zijn geen aantallen per soort of biomassa per station bekend. Als alle stations bijeen genomen worden is er sprake van een redelijk dicht net van stations.

Een kwantitatieve vergelijking van de resultaten van de Aurelia cruises in 1972-1976 met die van de periode 1870-1914 over de drie belangrijkste diergroepen van het macrobenthos blijkt niet mogelijk te zijn vanwege de verschillen in de wijze van bemonstering. Echter konden er van de 41 soorten die in de periode 1870-1914 het meest voorkwamen verspreidingskaartjes worden gemaakt.

Voor een beperkt aantal soorten kon een vergelijking worden gemaakt tussen de verspreiding in de perioden 1870-1914 en 1970-2000. Ook hier werd de vergelijking bemoeilijkt door het verschil in resultaat als gevolg van de verschillende bemonsteringsmethoden in de periode 1970-2000. De beide soorten *Arctica islandica* en *Echinocardium cordatum* tonen gedurende 1970-2000 dezelfde verspreiding als tussen 1870 en 1914. *Phaxas pellucidus* toont een beperkt verschil in verspreiding tussen beide perioden. Grote verschillen in de verspreiding tussen beide perioden tonen de soorten *Buccinum undatum*, *Corystes cassivelaunus* en *Echinocyamus pusillus*.

De dynamische ontwikkeling van de visserij met stoomtrawlers sinds 1880 heeft vermoedelijk tussen 1880 en 1900 reeds een duidelijke invloed op het macrobenthos uitgeoefend. Tevens zijn in deze tijd de grote oesterbanken die ten Zuiden van de Doggersbank lagen verdwenen; dit geschiedde vooral door gespecialiseerde gerichte oestervangst. Tussen de beide Wereldoorlogen werd er veel minder onderzoek over het macrobenthos verricht en verliep de technische ontwikkeling van de visserij trager. Na 1970 versnelde de technische ontwikkeling van de visserij met duidelijke gevolgen voor de bodemfauna.

Het is mogelijk dat ook klimaatverandering invloed heeft uitgeoefend op veranderingen in het macrobenthos. Indien dit het geval is geweest is het effect waarschijnlijk ondergesneeuwd door de veel grotere invloed die door de zich snel ontwikkelende visserij werd uitgeoefend.

SUMMARY.

In this report the results of literature research on the macrobenthos in the Southern North Sea between 52 and 65° North and 2-8° East are presented. The data come from German, Dutch and English North Sea cruises between 1870 and 1914. Especially Germany contributed much in this period: the Pommerania expedition (1872), the August Bröhan expedition (1890) and the Poseidon cruises (1902-1905). The Dutch contribution came mainly from the Wodan cruises (1902-1911) and the British from those of the Huxley (1907). The data are limited to the number of species caught at each station, no numbers per species or biomass. The number of stations of all cruises taken together give a reasonable covering of the area.

A quantitative comparison between the results of the Aurelia cruises during 1972-1976 and those obtained between 1870-1914 with the three most important phyla (echinoderms, crustaceans and molluscs) appeared not to be possible because of the difference in sampling methods.

From 41 species which occurred most between 1870 and 1914 maps were prepared. For a limited number of species a comparison could be made between the occurrence in 1870-1914 and 1970-2000. Here also a comparison is difficult because of considerable differences between sampling methods used in three inventarisations on macrobenthos during 1970 and 2000. Both species *Arctica islandica* and *Echinocardium cordatum* showed the same occurrence in 1970-2000 as in 1870-1914. *Phaxas pellucidus* shows a small difference between those periods. A large difference in occurrence was found for *Buccinum undatum*, *Corystes cassivelaunus* and *Echinocyamus pusillus*.

The dynamic development of fishing with steam trawlers from 1880 on probably had already a significant influence on the macrobenthos between 1880 and 1900. Also the large oyster banks that existed South of the Dogger Bank disappeared during this period, mainly by specialized fishing for oysters. Between the World Wars much lesser investigations on macrobenthos were carried out and the technical development of fishing went slower. After 1970 technical development of fishery increased again with clear consequences for the macrobenthos.

TABELLEN

Tabel 1.

A. Aantal stoomvissersvaartuigen tussen 1880 en 1900.

Jaar	UK en Ierland	Duitsland	Nederland
1880	29	-	-
1881	36	-	-
1882	38	-	-
1883	45	-	-
1884	62	-	-
1885	75	-	-
1886	97	1	-
1887	123	2	-
1888	130	6	-
1889	144	10	-
1890	179	18	-
1891	242	22	-
1892	367	38	-
1893	436	59	1
1894	497	64	1
1895	562	72	1
1896	636	88	1
1897	755	103	2
1898	870	117	4
1899	1073	126	18
1900	1128	130	25

B. Aantal stoomtrawlers geregistreerd in Britse Noordzeehavens tussen 1902 en 1910.

1901	1024
1902	1060
1903	1049
1904	1064
1905	1116
1906	1134
1907	1124
1908	1122
1909	1111

Tabel 2. Het aantal macrobenthossoorten, gevangen op het Nederlands Continentaal plat in de periode 1870-1914, gerangschikt per diergroep.

Diergroep	Aantal	Percentage van totaal
Crustaceën	100	31,1
Mollusken	75	23,3
Anneliden	55	17,1
Cnidaria	35	10,9
Echinodermen	24	7,5
Bryozoën	12	3,7
Rhizopoden	7	2,2
Tunicaten	4	1,2
Sipunculiden	4	1,2
Poriferen	2	0,6
Pycnogoniden	1	0,3
Ctenophoren	1	0,3
Totaal	322	

Tabel 3. Resultaat van drie bemonsteringen van de macrofauna op het Nederlands Continentaal Plat.

Omschrijving van het onderzoek	Atlas Zoobenthos Dutch Continental Shelf	Expedities voór 1914 monsters op Nederl. Continentaal Plat	Aurelia cruises
Periode	1985-1993	1870-1914	1972-1979
Vangmethode	box core	sleepnetten; kor	lichte boomkor
Totaal aantal gevangen soorten	451	322	154
Aantal soorten, gesplitst per diergroep			
Arthropoda	265 (59%)	100 (31%)	54 (35%)
Mollusca	76 (17%)	75 (23%)	79 (51%)
Echinodermata	15 (3%)	24 (7,5%)	19 (12%)
Annelida (+ Sipunculida)	127 (28%)	59 (18,3%)	2 (1%)
Andere diergroepen	-	66 (20,5%)	-

Tabel 4. Een vergelijking van 20 tot het macrobenthos behorende soorten waarvan verspreidingskaarten werden gemaakt, die zowel in de periode 1870-1914 als tijdens de Aurelia cruises werden gevangen. Voor nadere toelichting zie de tekst.

Soort nr	Naam soort	Dlogit
328	Spisula solida	-1.194062
318	Arctica islandica	-0.214018
205	Echinocyamus pusillus	-0.11324
344	Hiatella arctica	0.171808
111	Galathea intermedia	0.382924
358	Buccinum undatum	1.329442
134	Ebalia cranchi	1.90247
502	Aphrodita aculeata	2.242259
113	Corystes cassivelaunus	2.845432
212	Ophiura albida	3.030806
204	Psammechinus miliaris	3.111659
110	Pisidia longicornis	3.296971
325	Chamelea striatula	3.556705
210	Ophiothrix fragilis	4.21942
211	Amphiura filiformis	4.340438
207	Echinocardium cordatum	4.352185
208	Echinocardium flavescens	4.538402
109	Eupagurus bernhardus	5.393814
202	Astropecten irregularis	5.730212
107	Crangon allmani	5.916953

Gemiddelde 2.742029

Diergroep	Aantal soorten	Plaatsen in volgorde
Mollusken	5	1, 2, 4, 6, 13
Echinodermen	8	3, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19
Crustaceeën	6	5, 7, 9, 12, 18, 20
Wormen	1	8

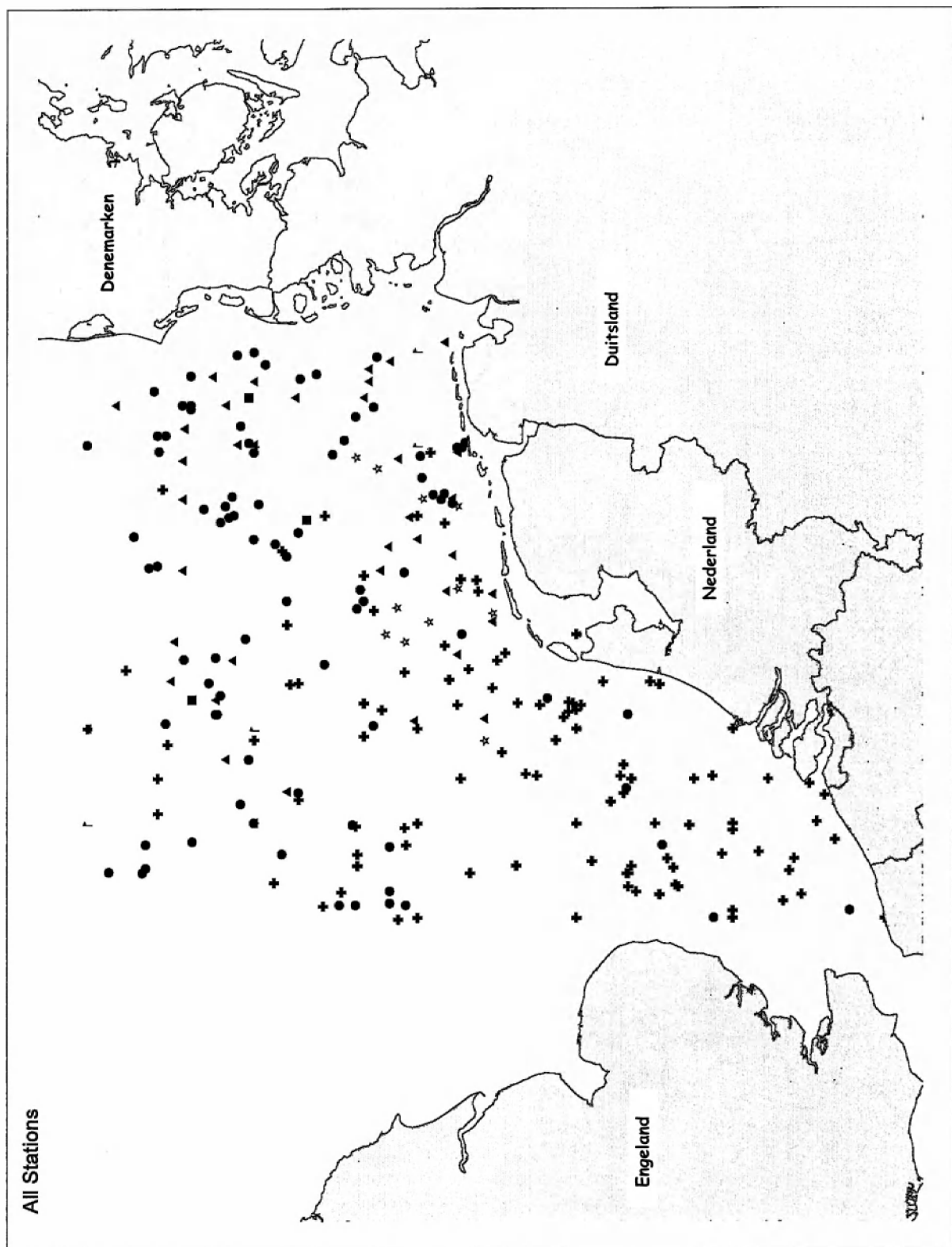


Fig. 1. Locaties van de stations van de diverse expedities in de periode 1870-1914.

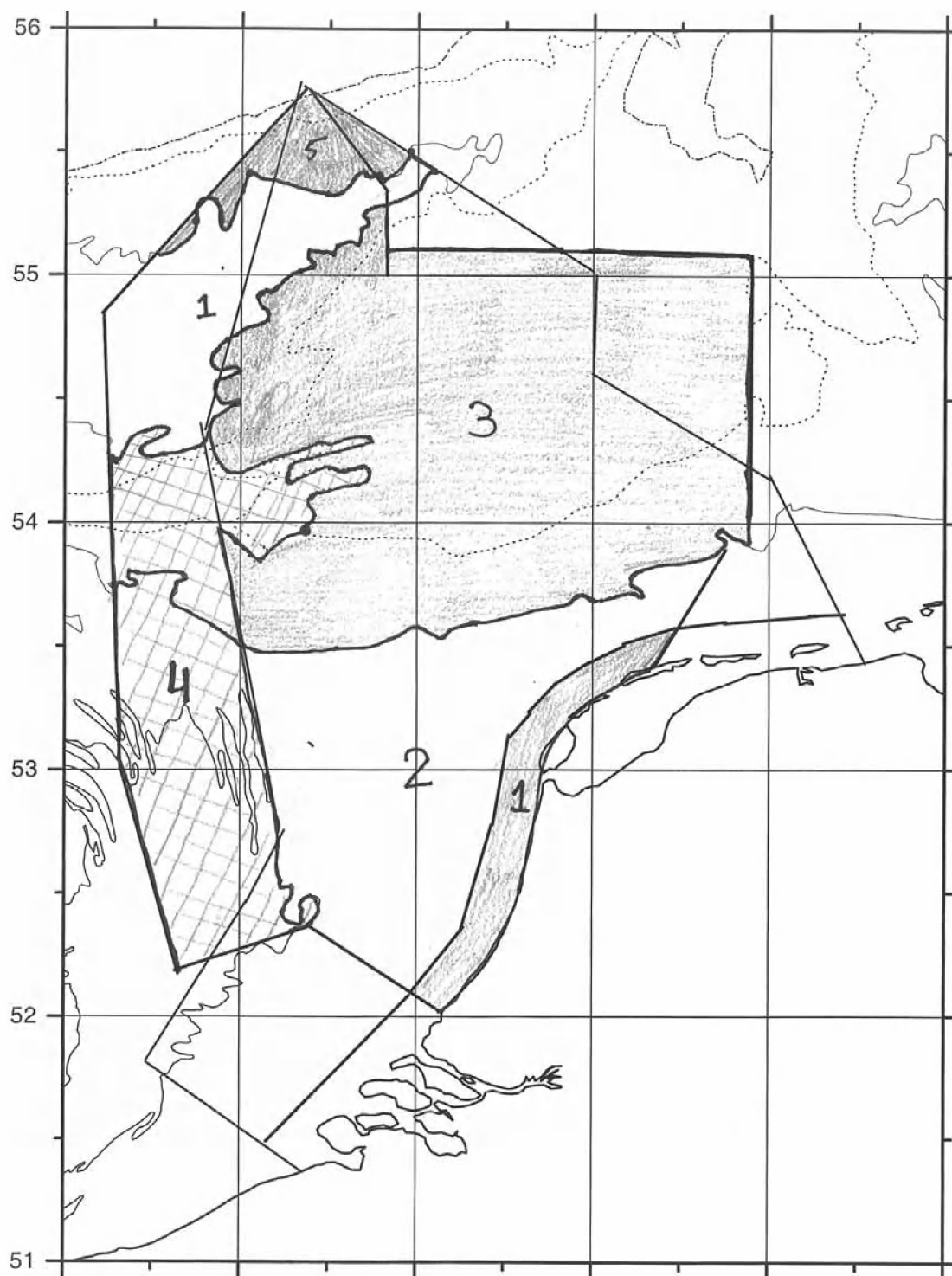


Fig. 2. Kaart van het Nederlands Continentaal Plat, verdeeld in 5 genummerde zones met verschillende bodemgesteldheid.

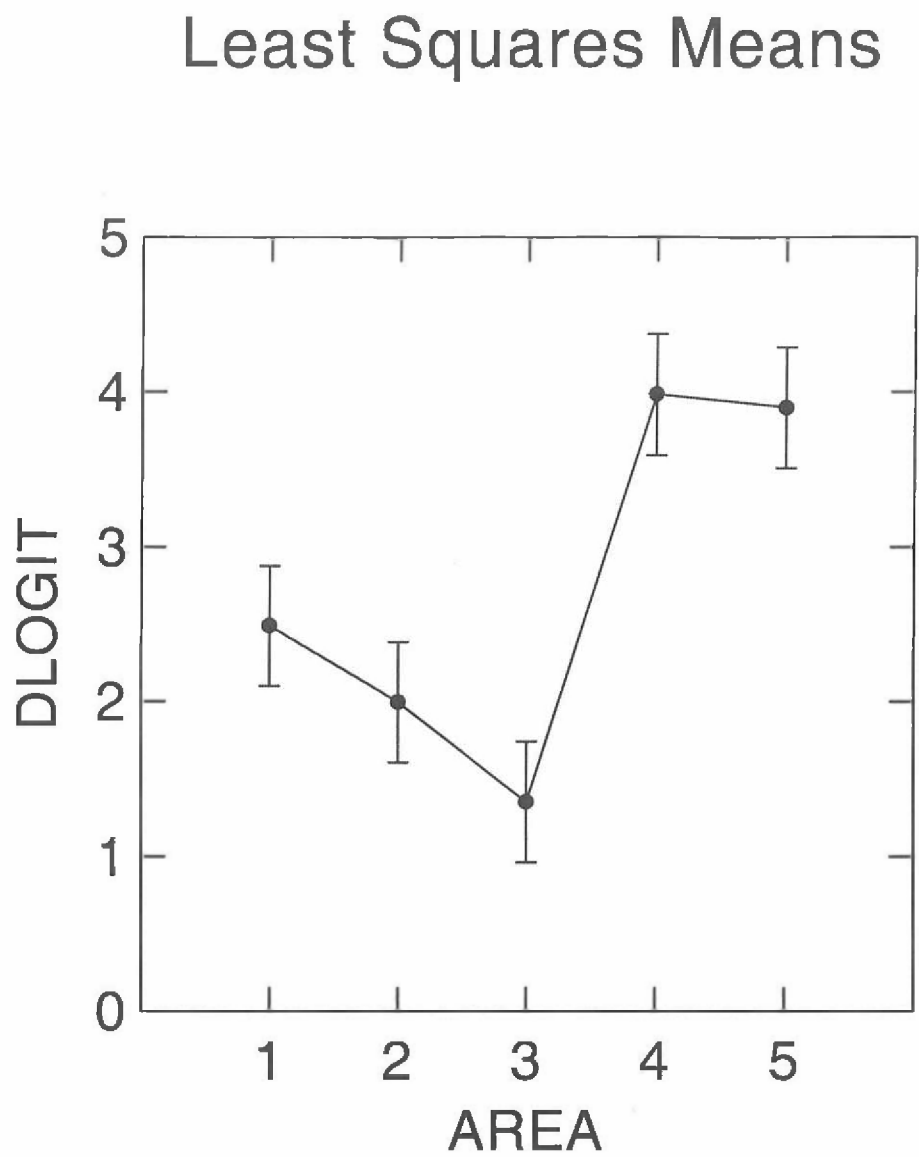


Fig. 3. De kans dat een diersoort tijdens de Aurelia cruises gevangen werd ten opzichte van die tijdens de expedities tussen 1870 en 1914, uitgedrukt in dlogit in elk van de vijf zones van het Nederlands Continentale Plat.

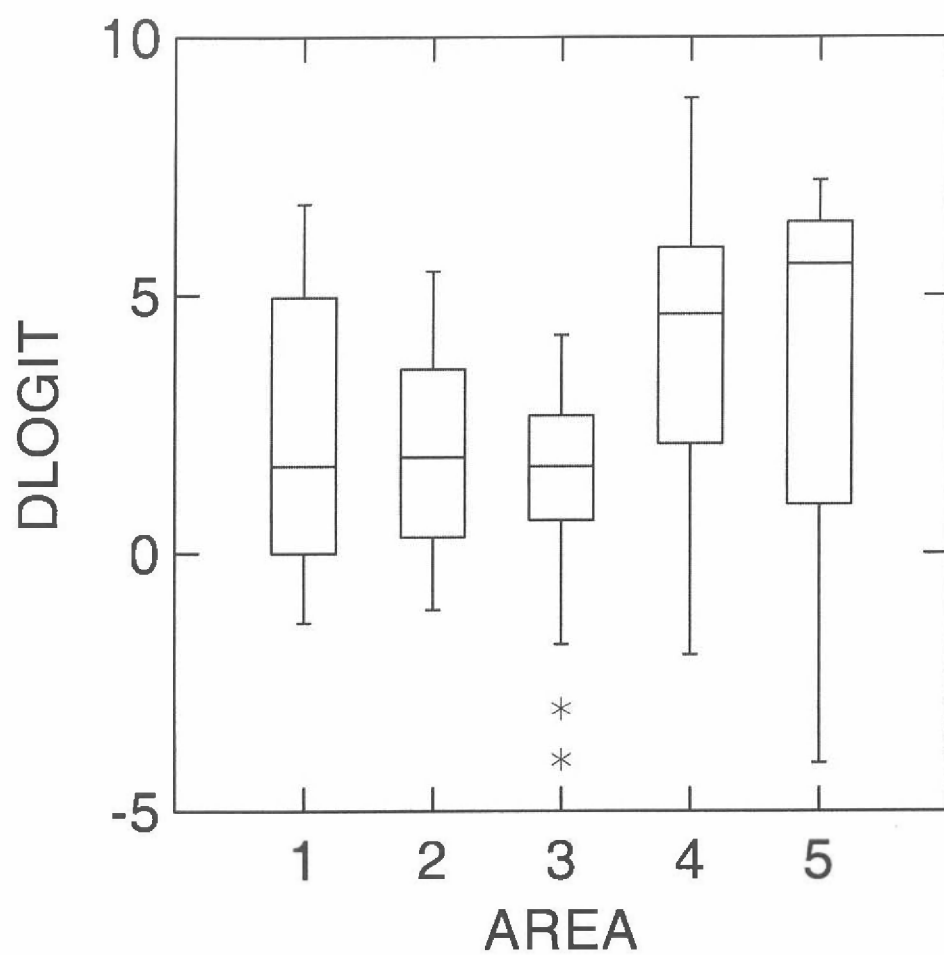


Fig. 4. Als in fig. 3, maar nu uitgedrukt als boxplot.

Least Squares Means

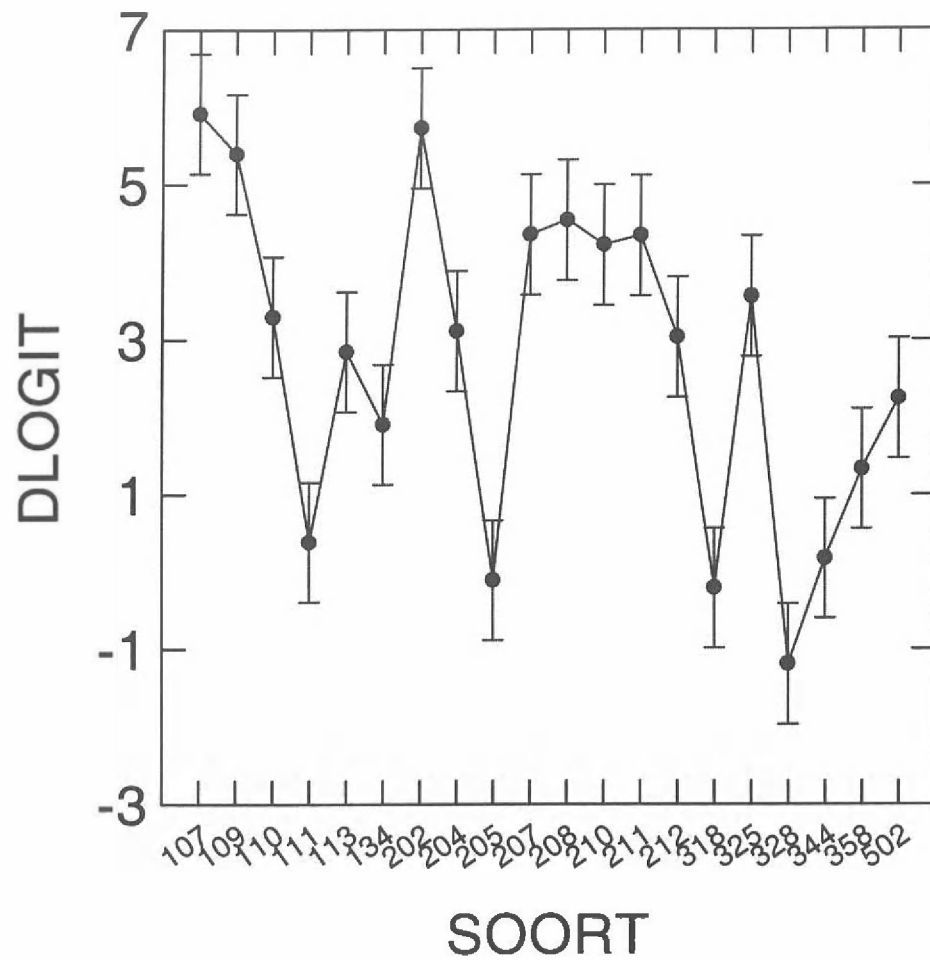


Fig. 5. Dezelfde berekeningen als in Fig. 3, maar nu voor elke diersoort afzonderlijk. De nummers geven de diersoorten aan als gegeven in tabel 4.

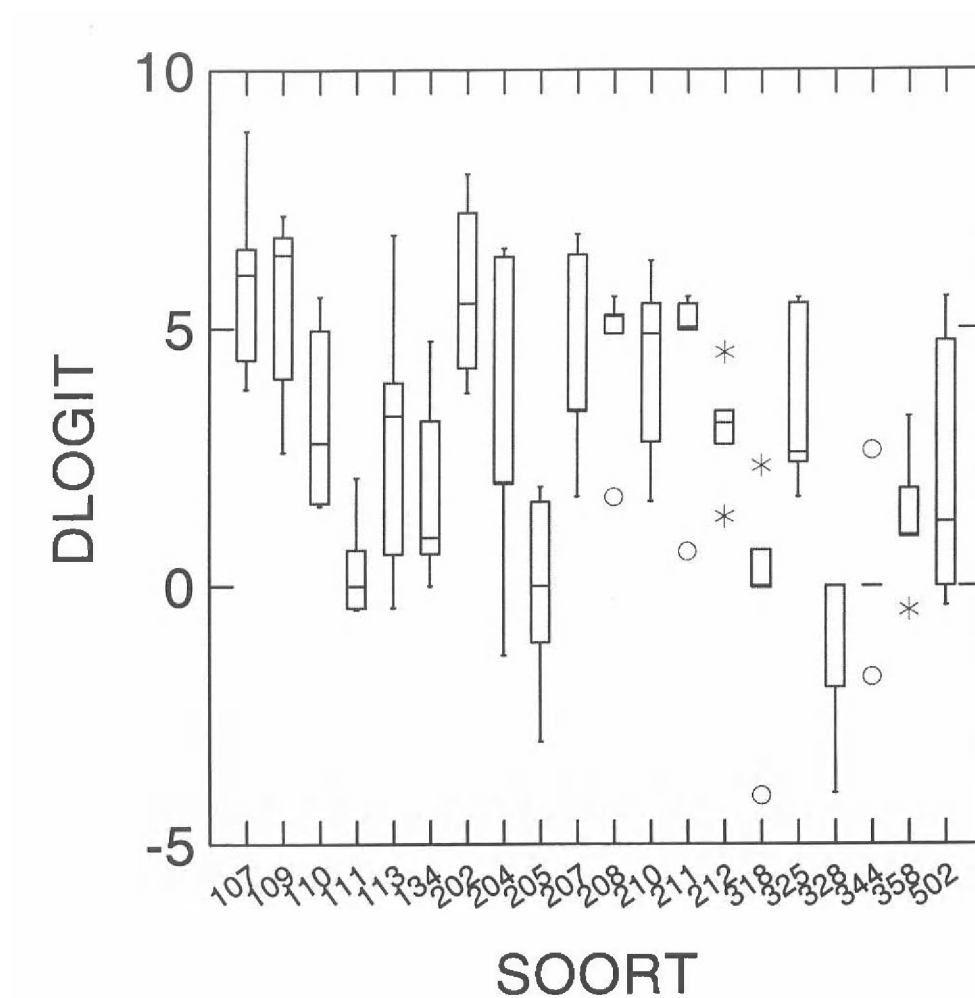


Fig. 6. Dezelfde weergave als in Fig. 4, maar nu voor elke diersoort afzonderlijk. De nummers geven de diersoorten aan als gegeven in tabel 4.

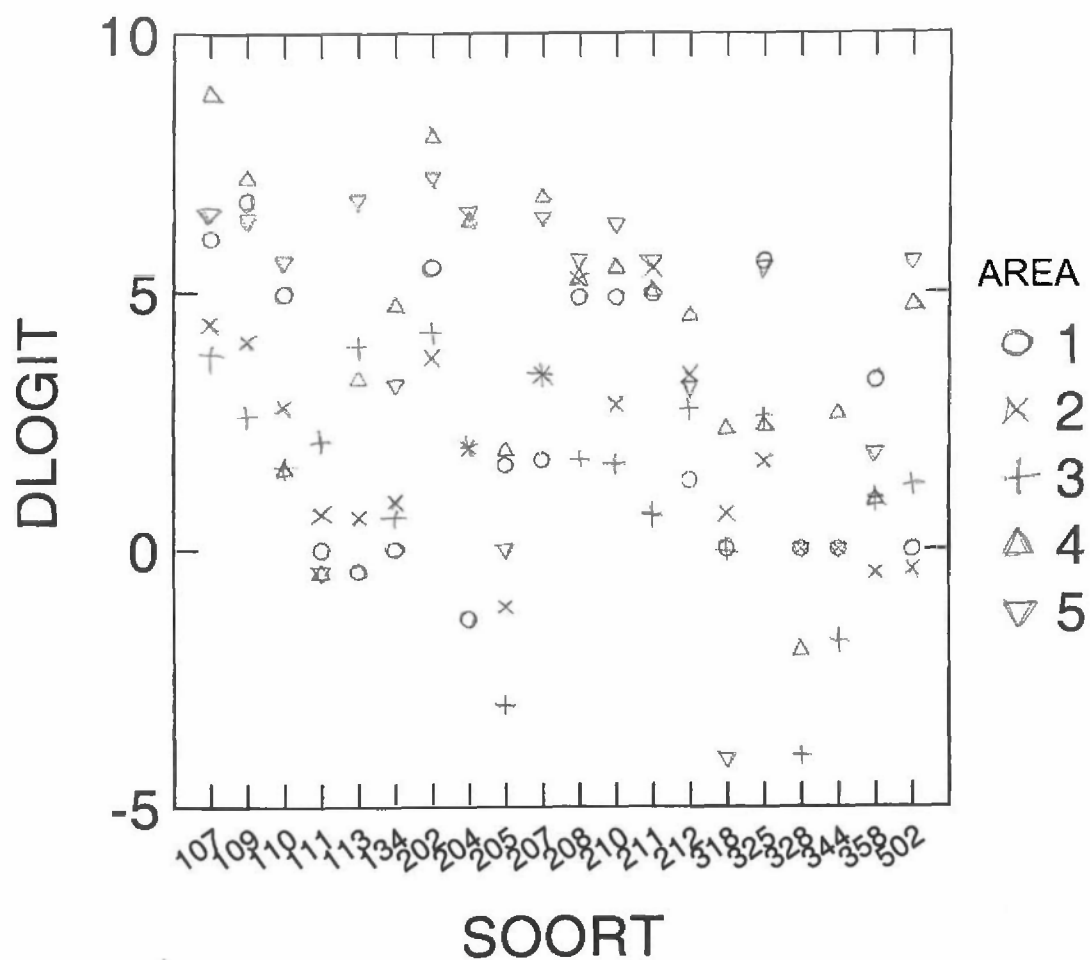


Fig. 7. Dezelfde berekeningen als in Fig. 5 en 6 maar nu voor elk areaal afzonderlijk. De nummers geven de diersoorten aan als gegeven in tabel 4.

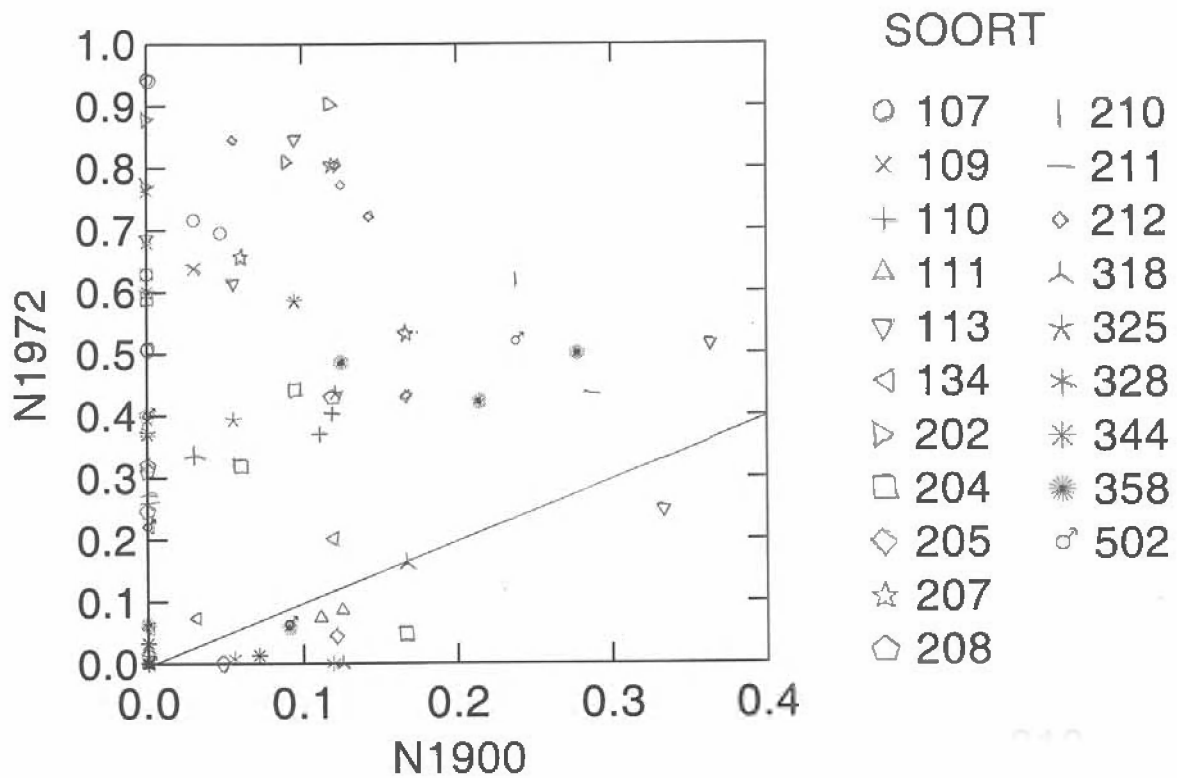


Fig. 8. De kans om tijdens de Aurelia cruises te worden gevangen uitgezet tegen de kans om in de periode 1870-1914 te worden gevangen voor alle 20 diersoorten. De nummers geven de diersoorten aan als gegeven in tabel 4.

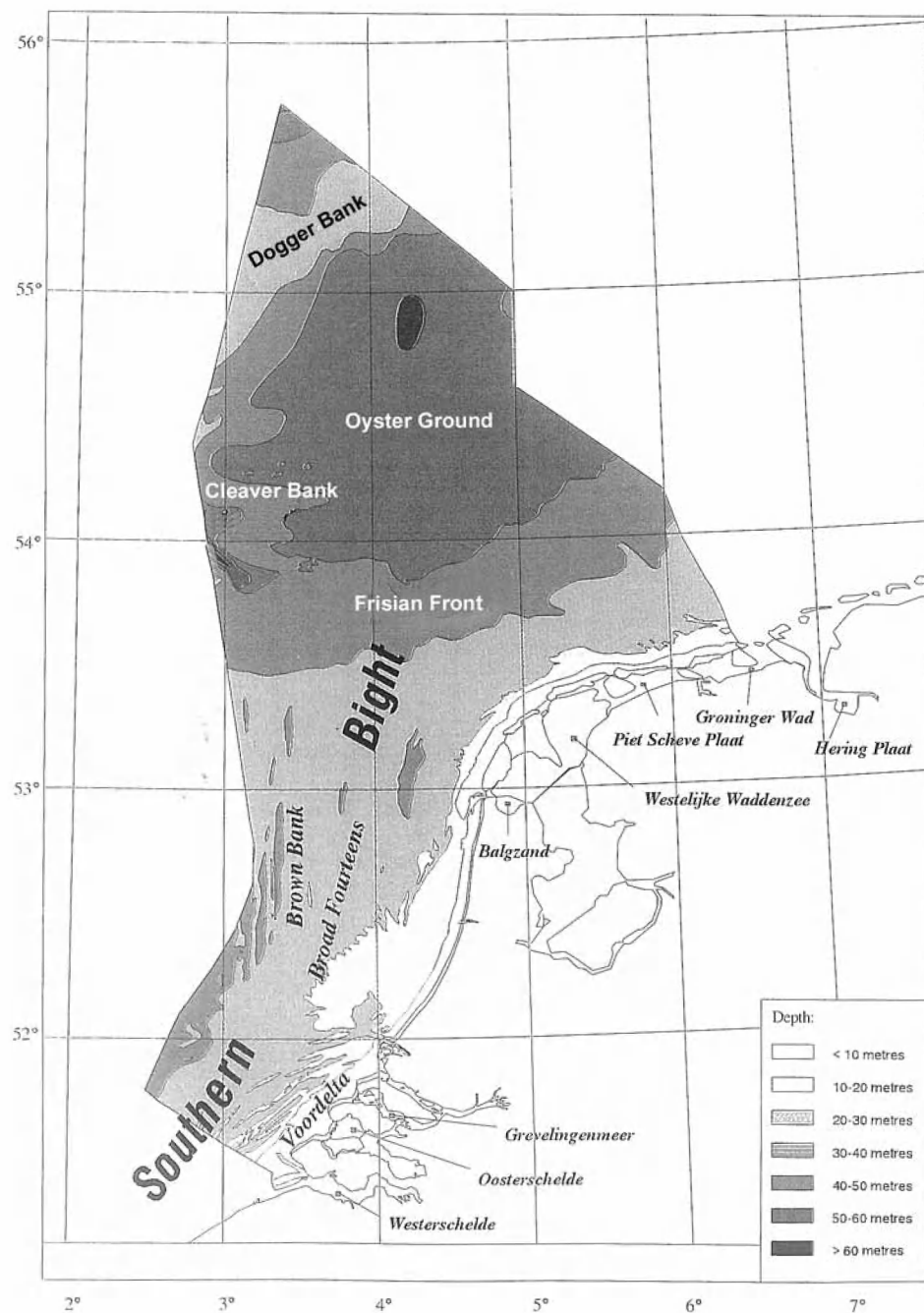


Fig. 9. Topografische kaart van de bodem van het Nederlands Continentale Plat met per 10 m verschillende dieptezones (naar Holmans et al., 1996).

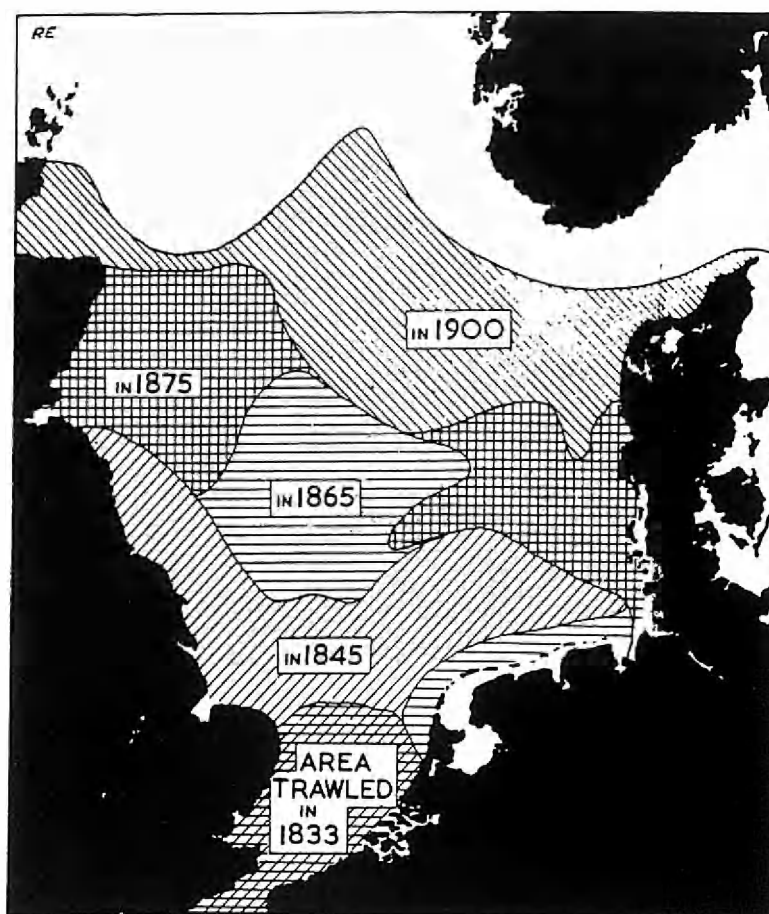


Fig. 10. Uitbreiding van de Engelse sleepnetvisserij in de Noordzee gedurende de 19e eeuw (naar Lenz 1992).

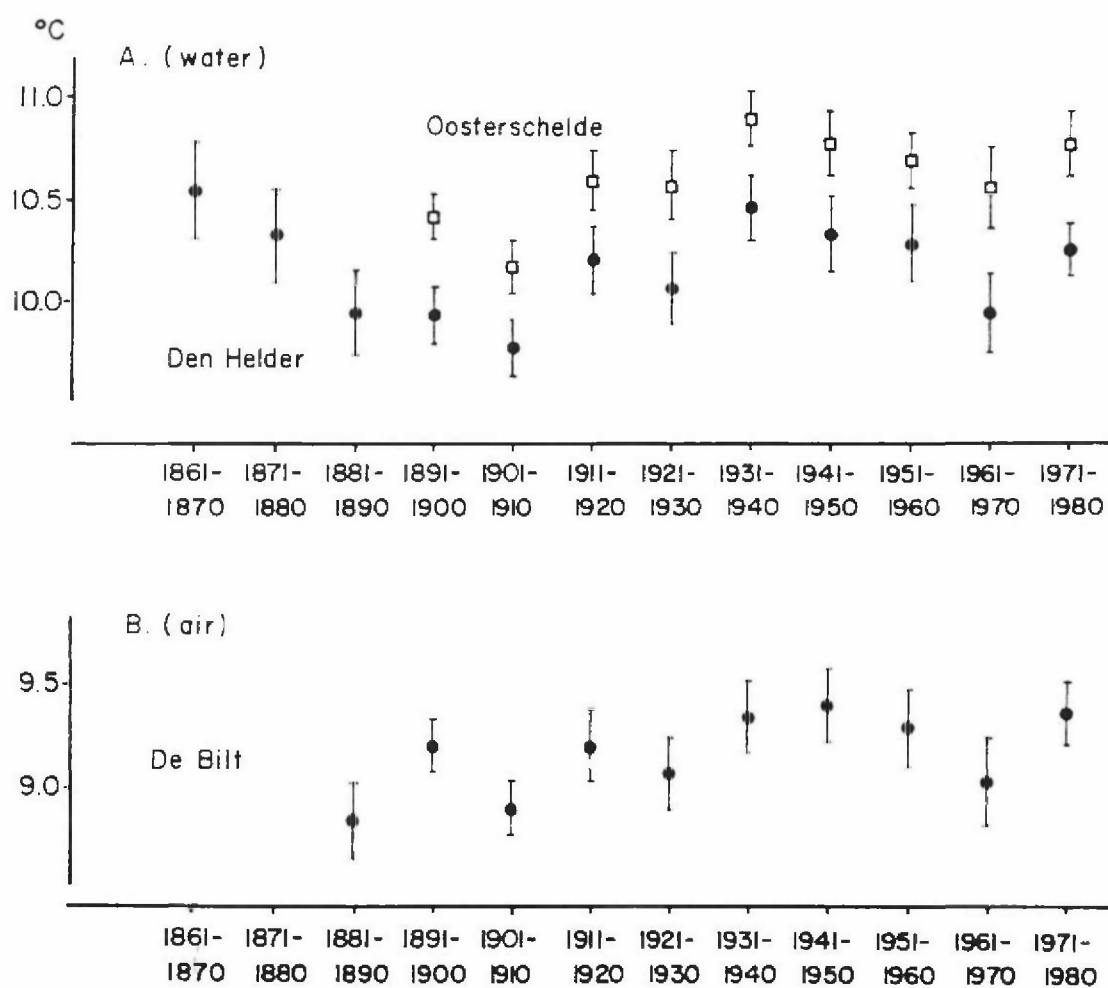


Fig. 11. Gemiddelde zeewatertemperaturen (gemiddelde over 10 jaar $\pm$ standard error) bij Den Helder (dichte cirkels) en in de Oosterschelde (open cirkels) in de periode 1860-1980.

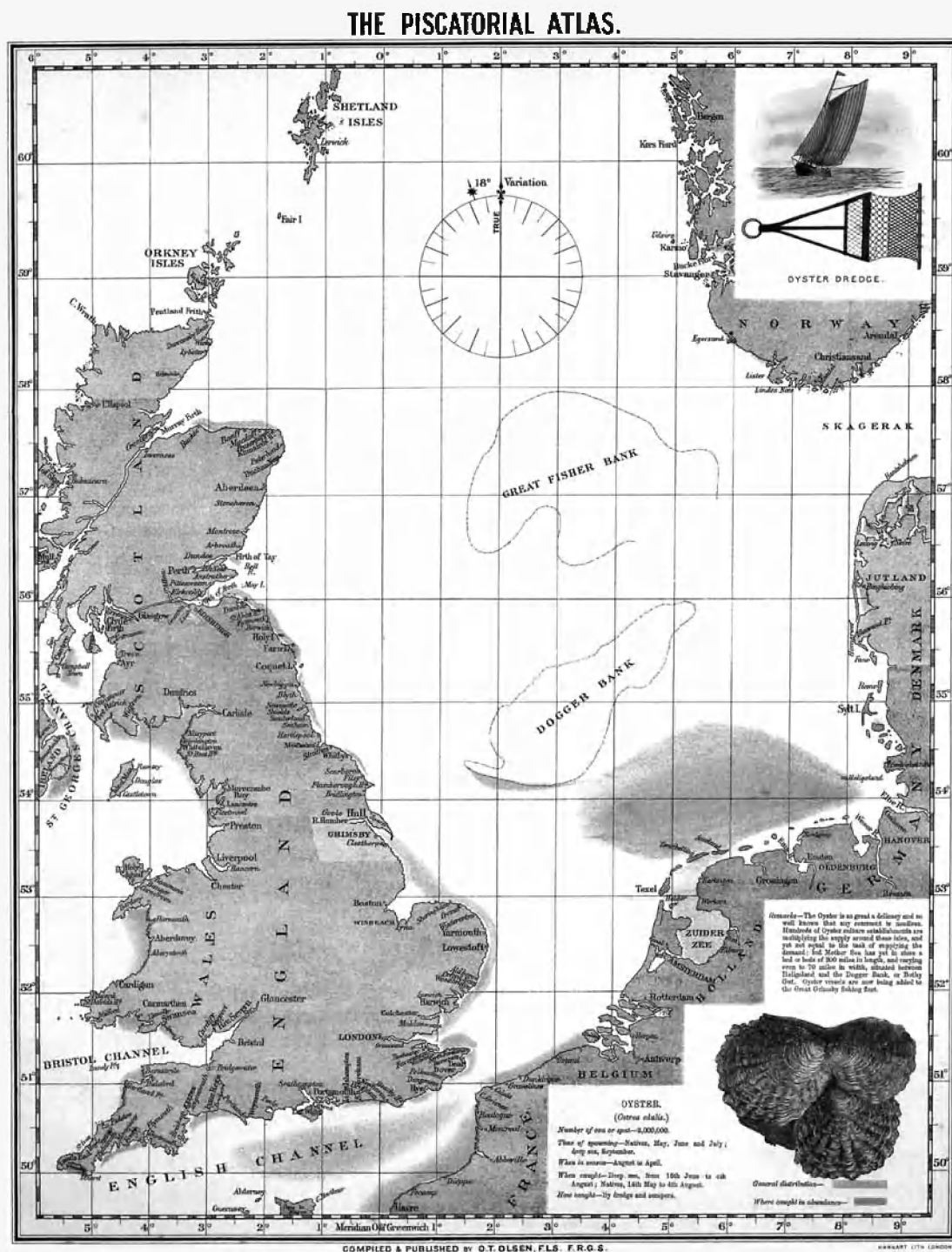
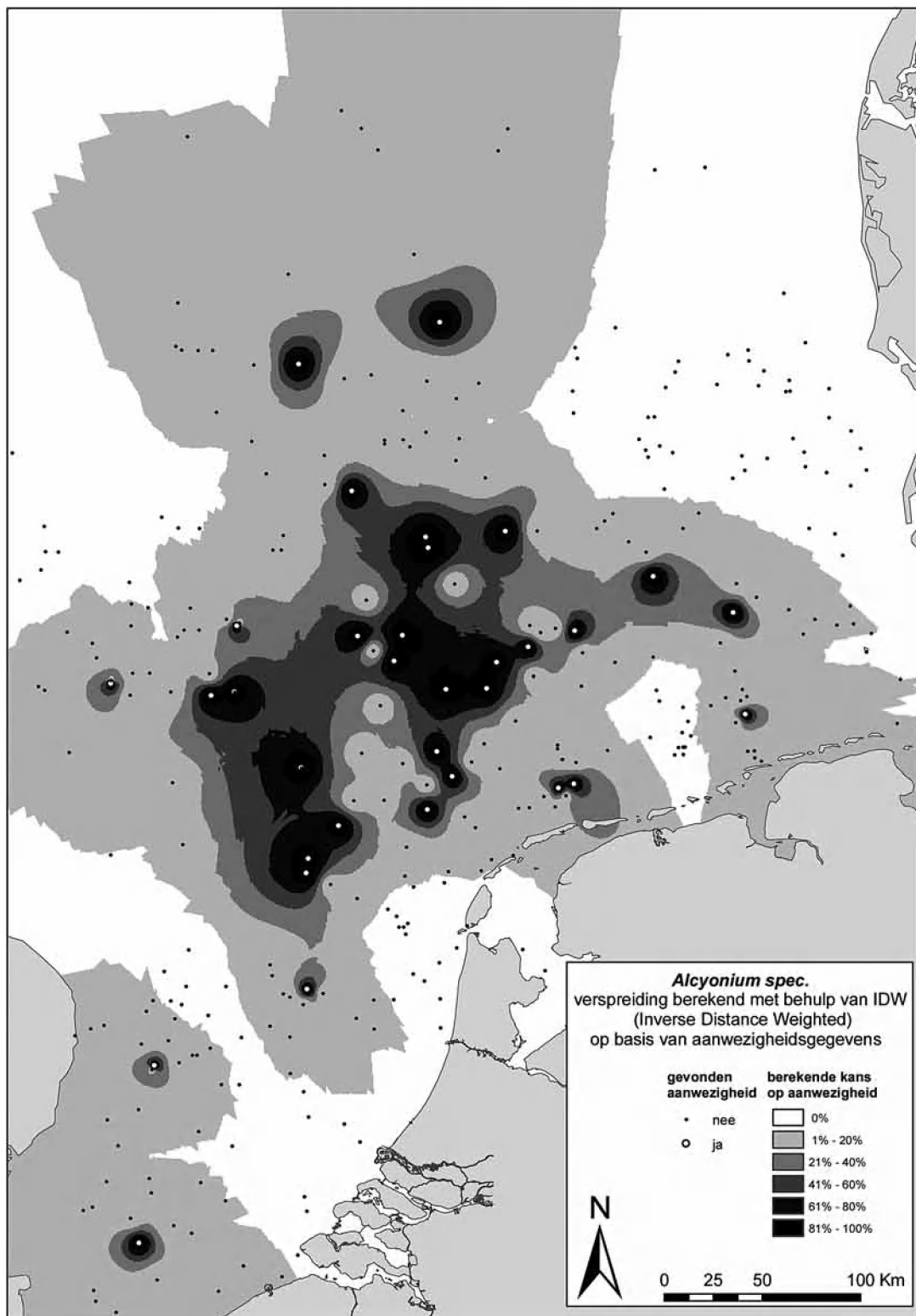
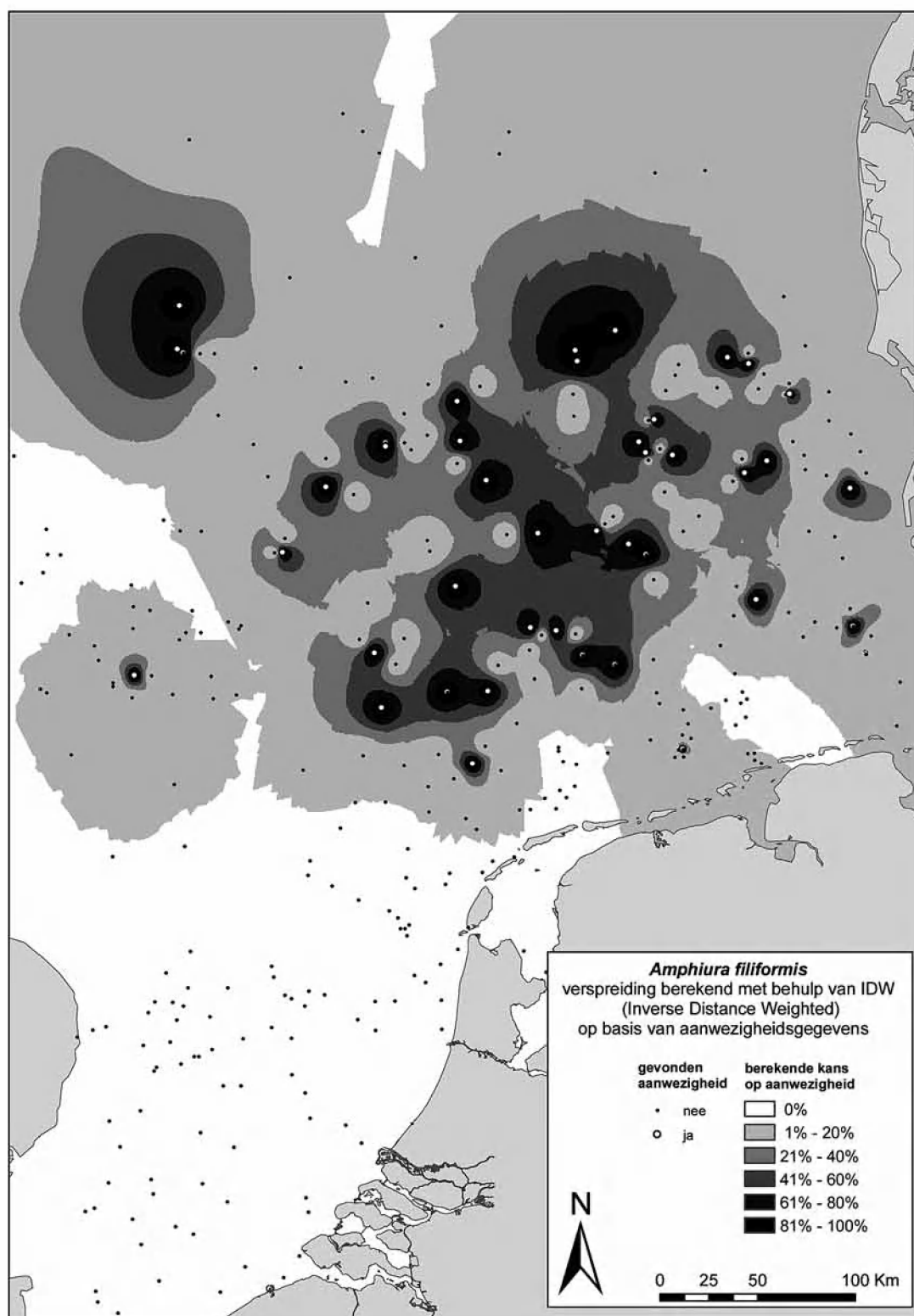
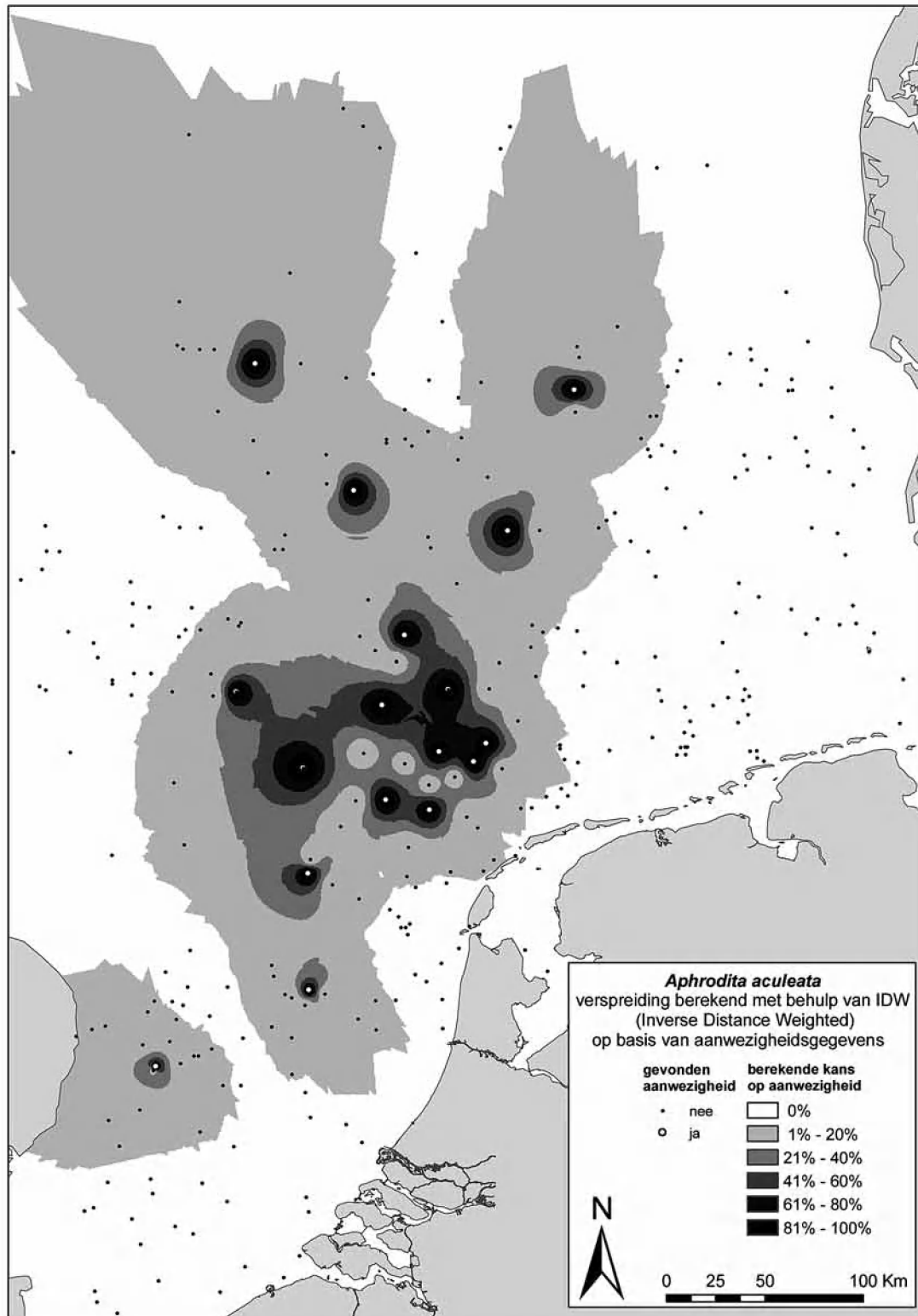
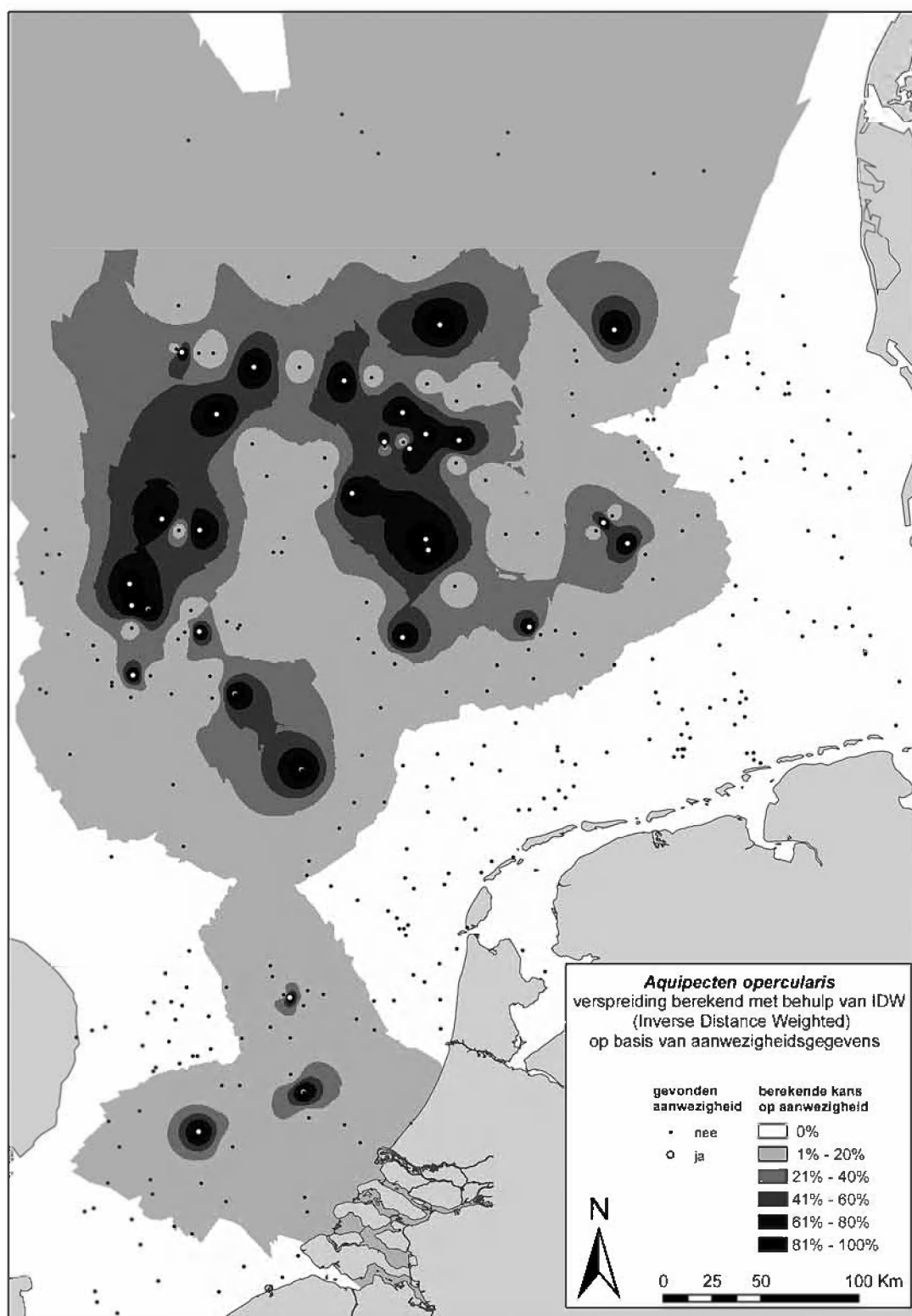


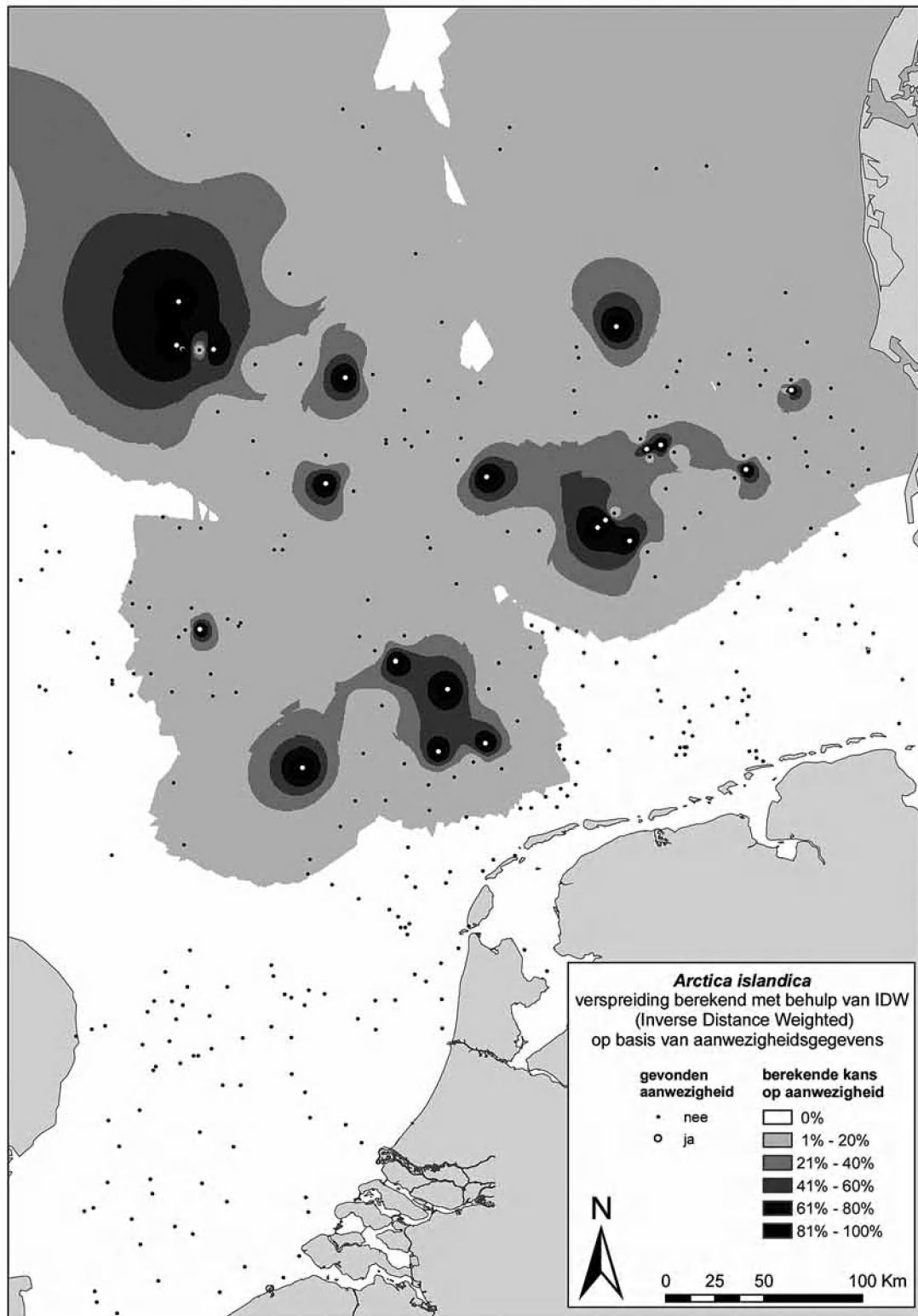
Fig. 12. Kaart van de Noordzee waarop de oesterbanken aangegeven staan die in de 19e eeuw aanwezig waren in het gebied tussen de Doggersbank en de Nederlandse en Duitse kust (naar Olsen 1883).

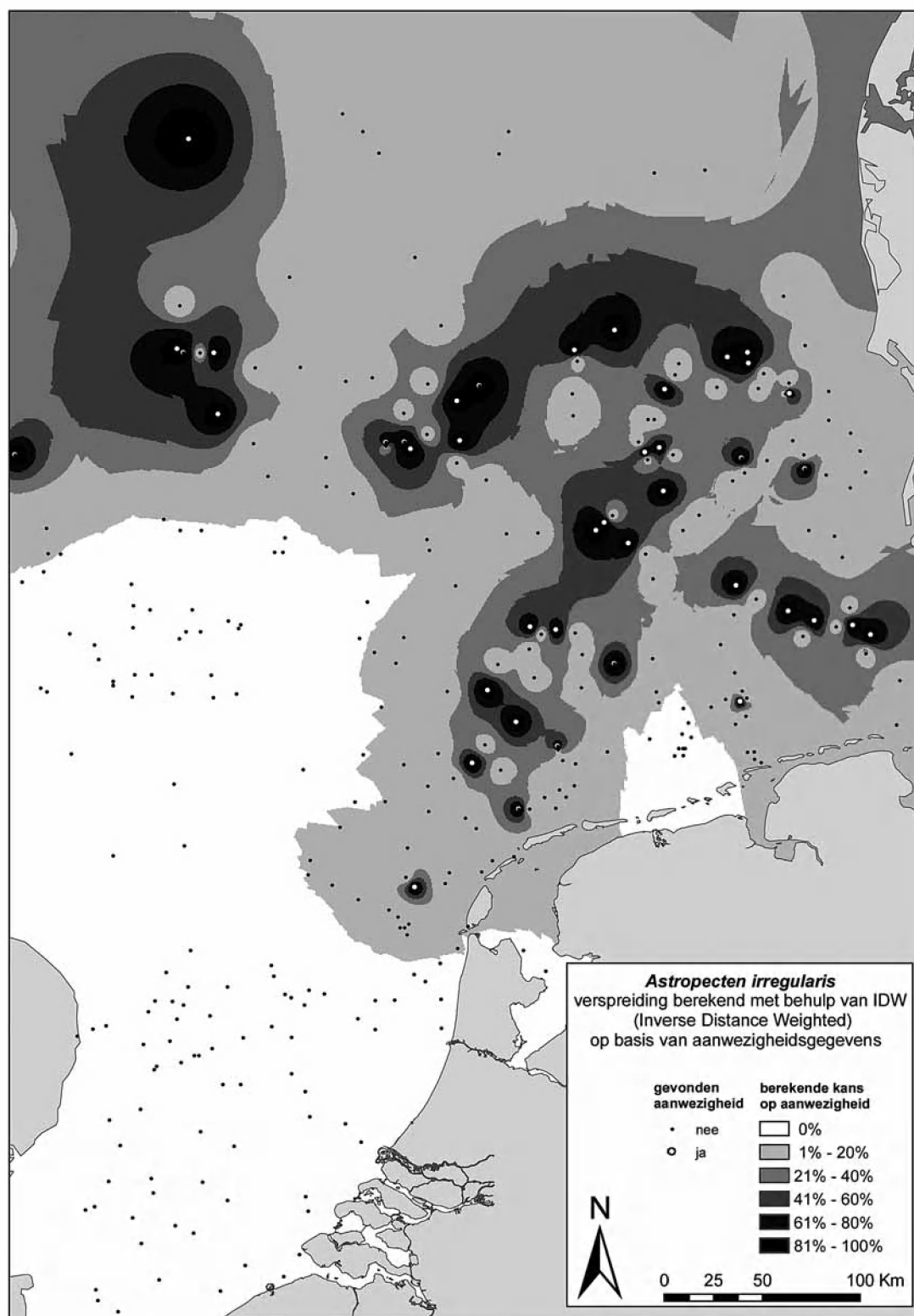


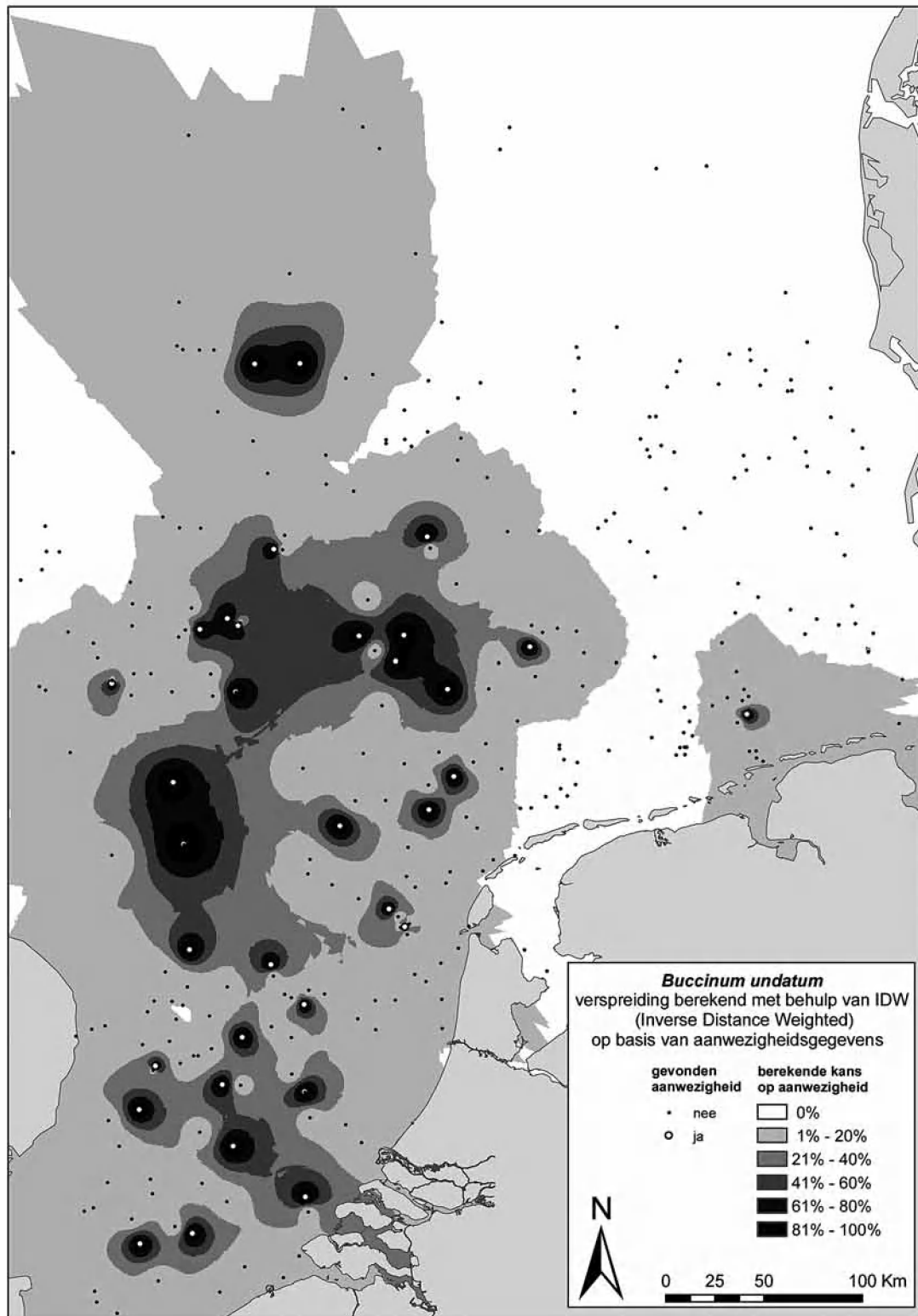


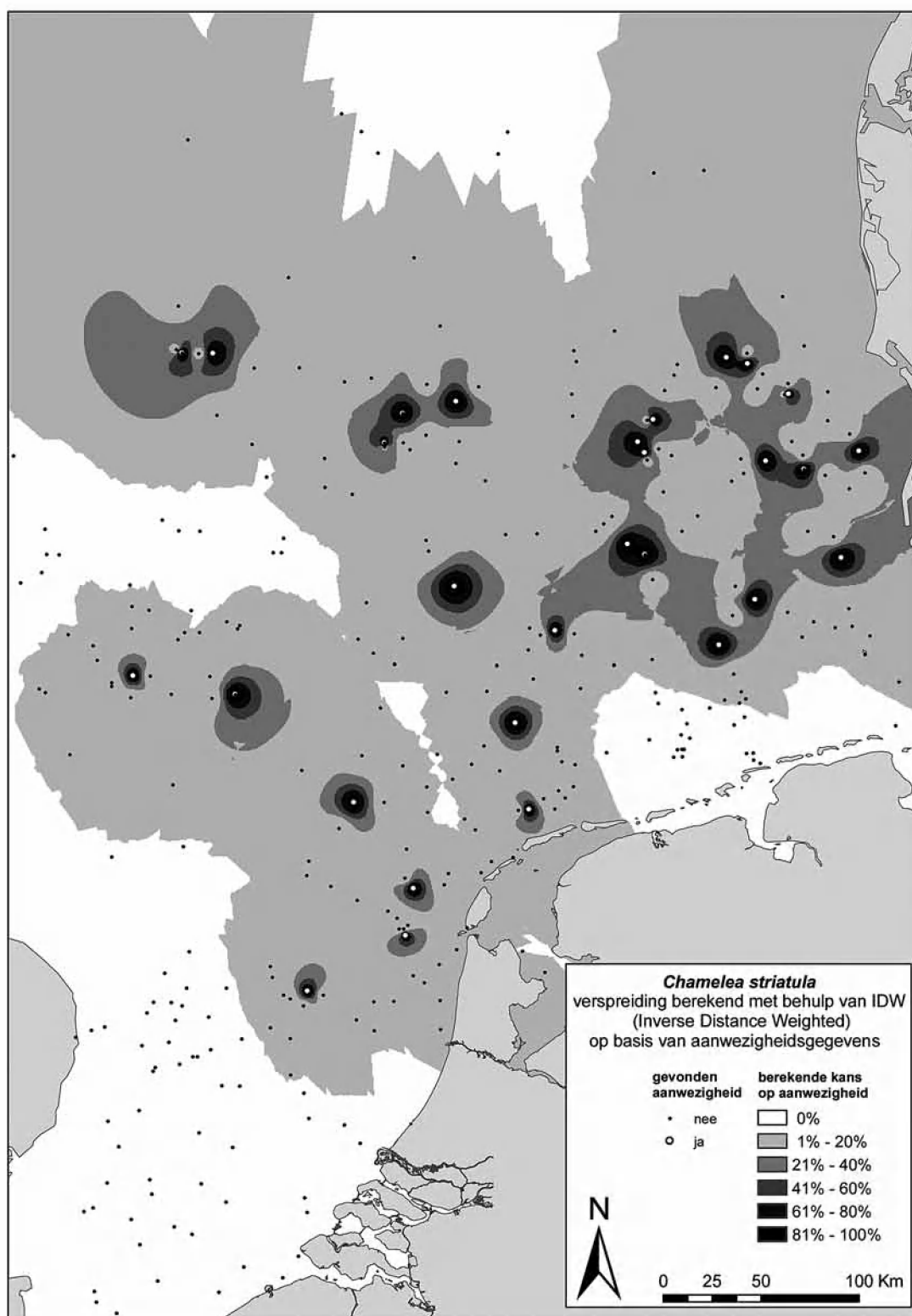


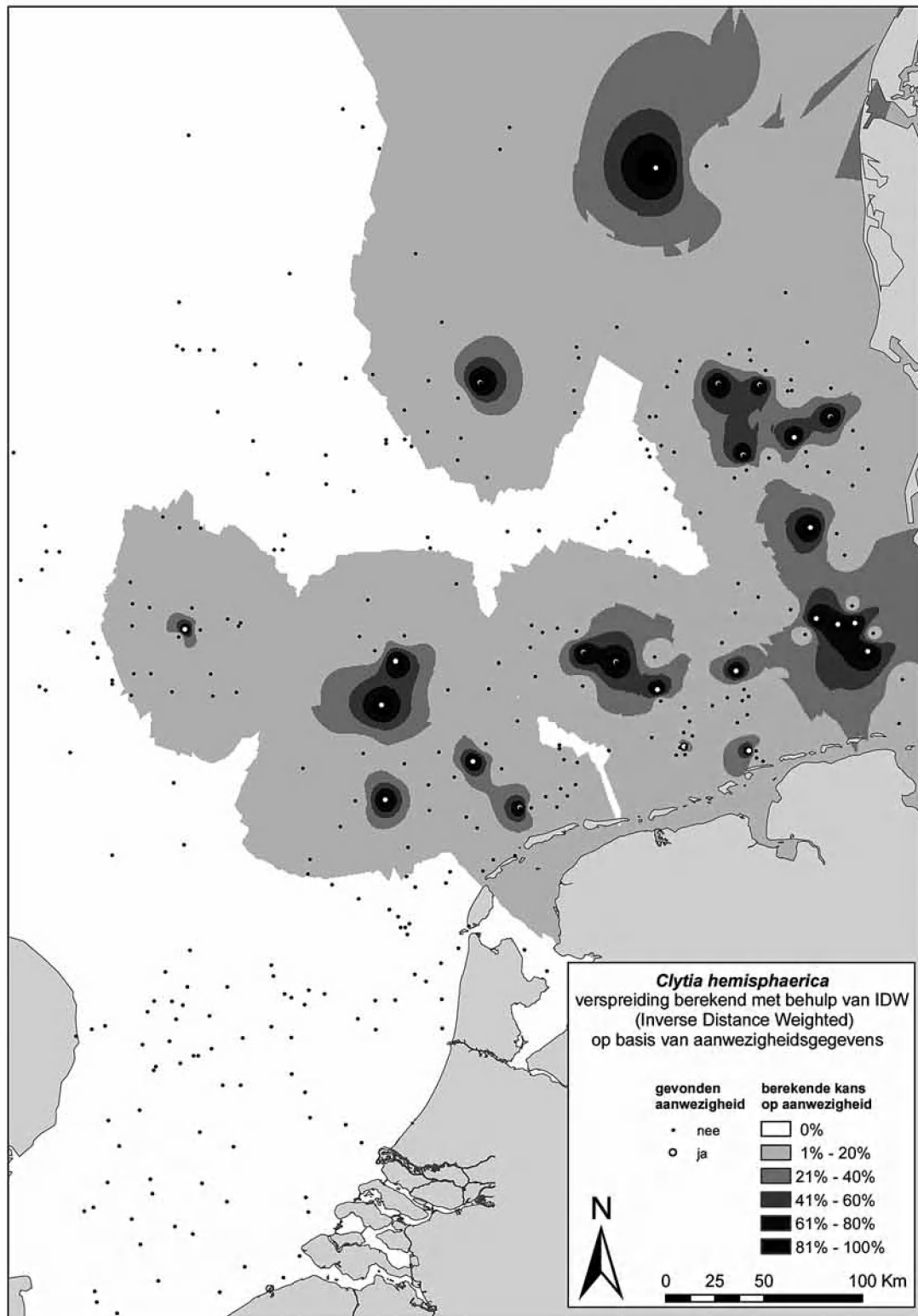


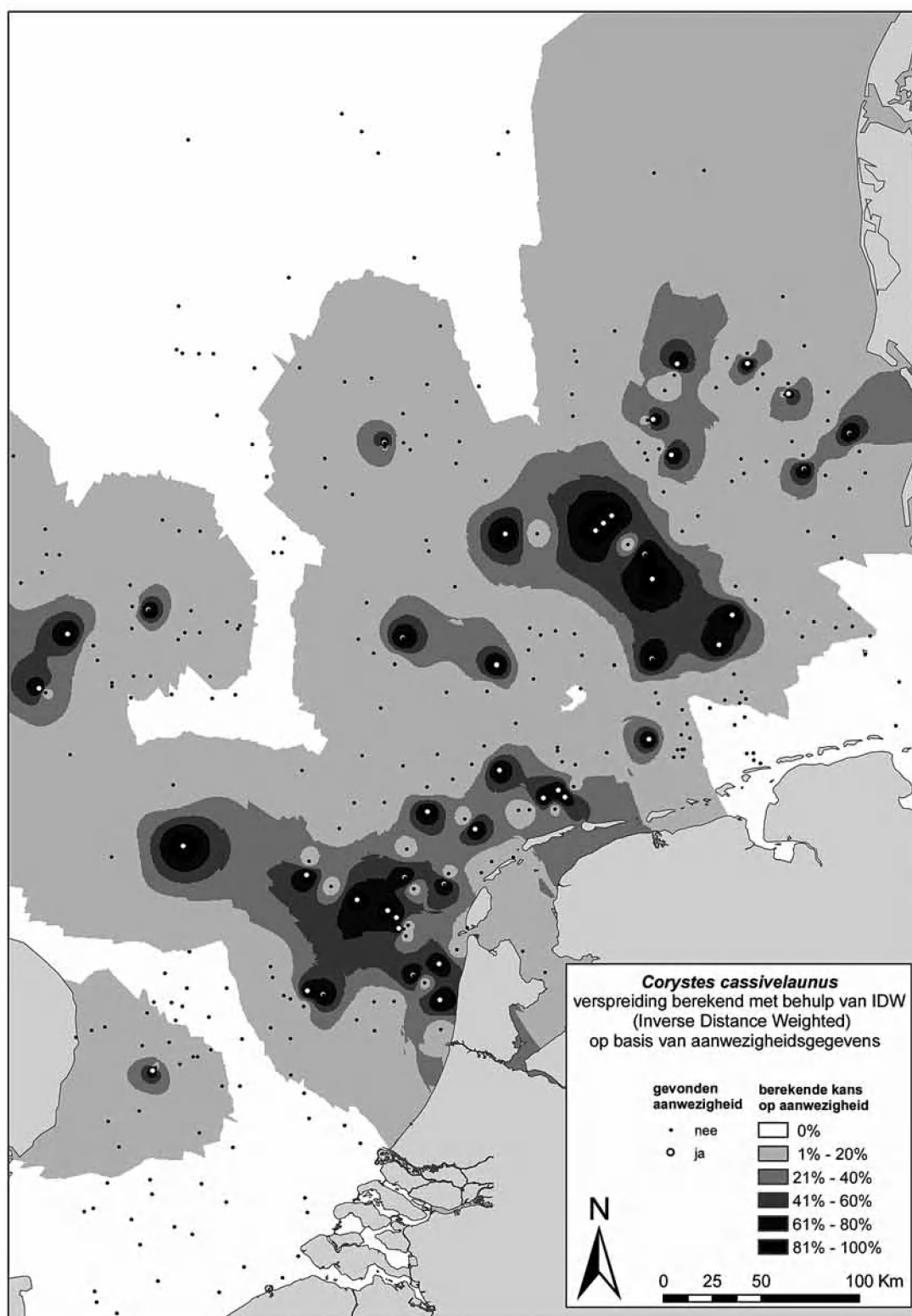


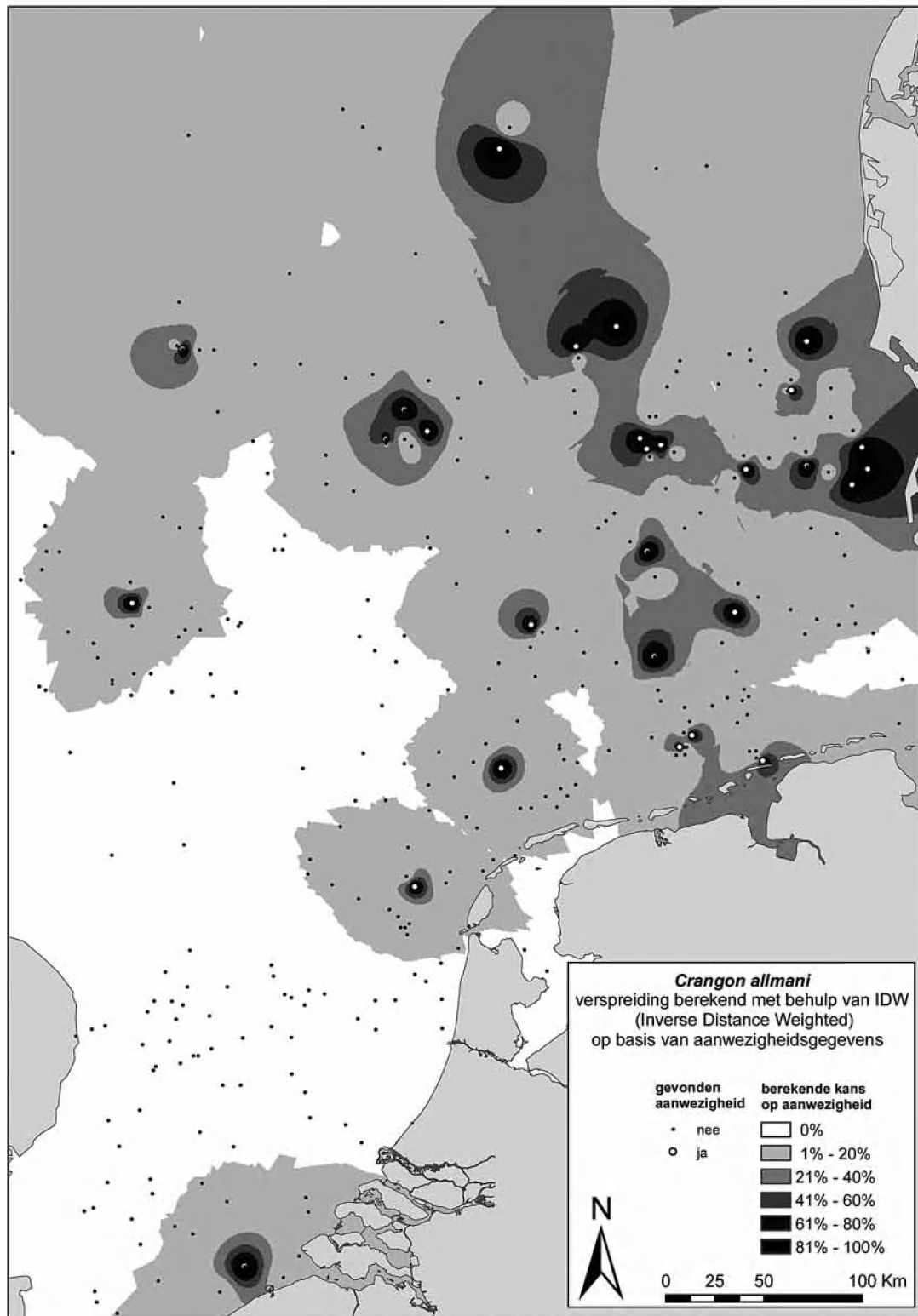


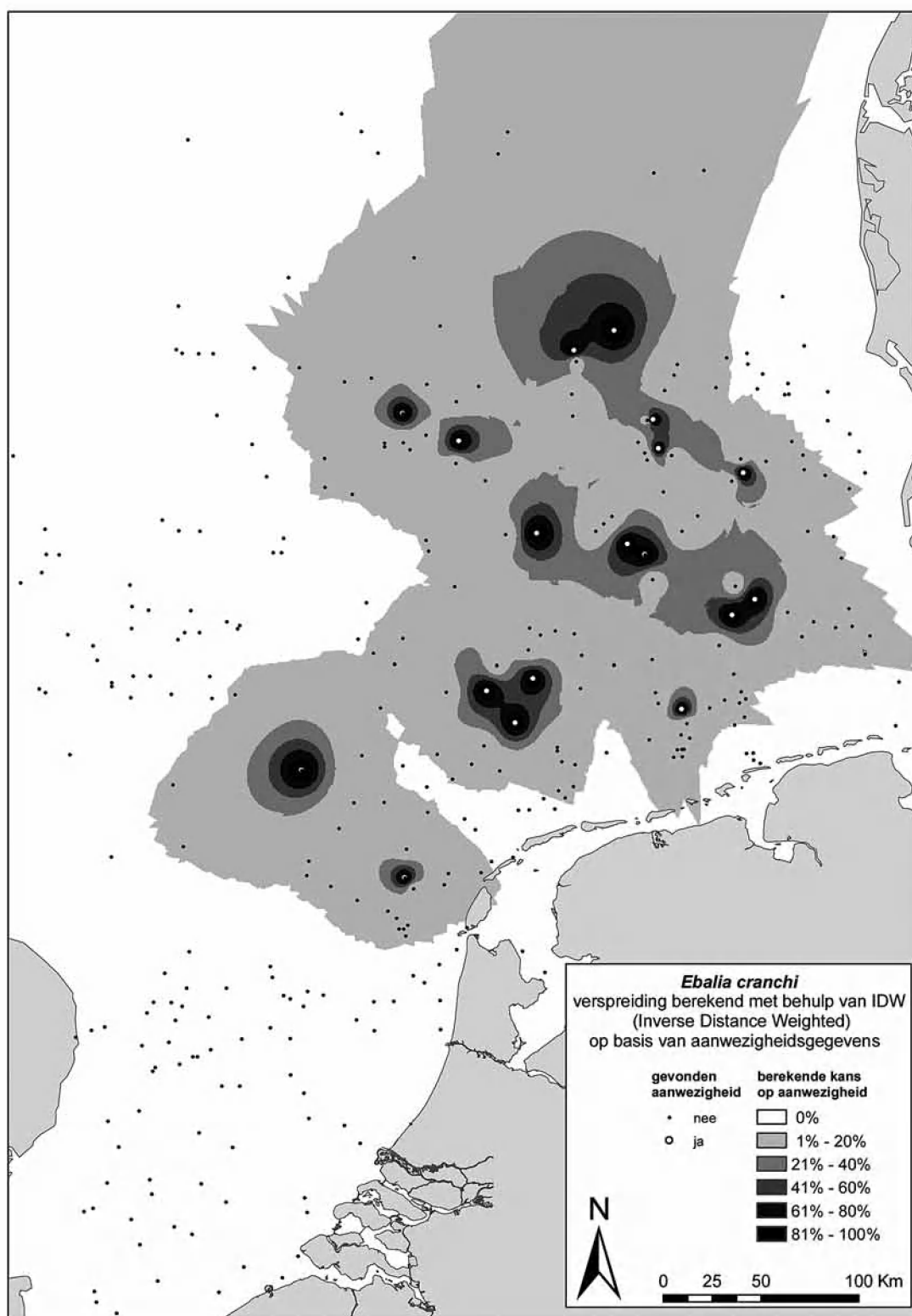


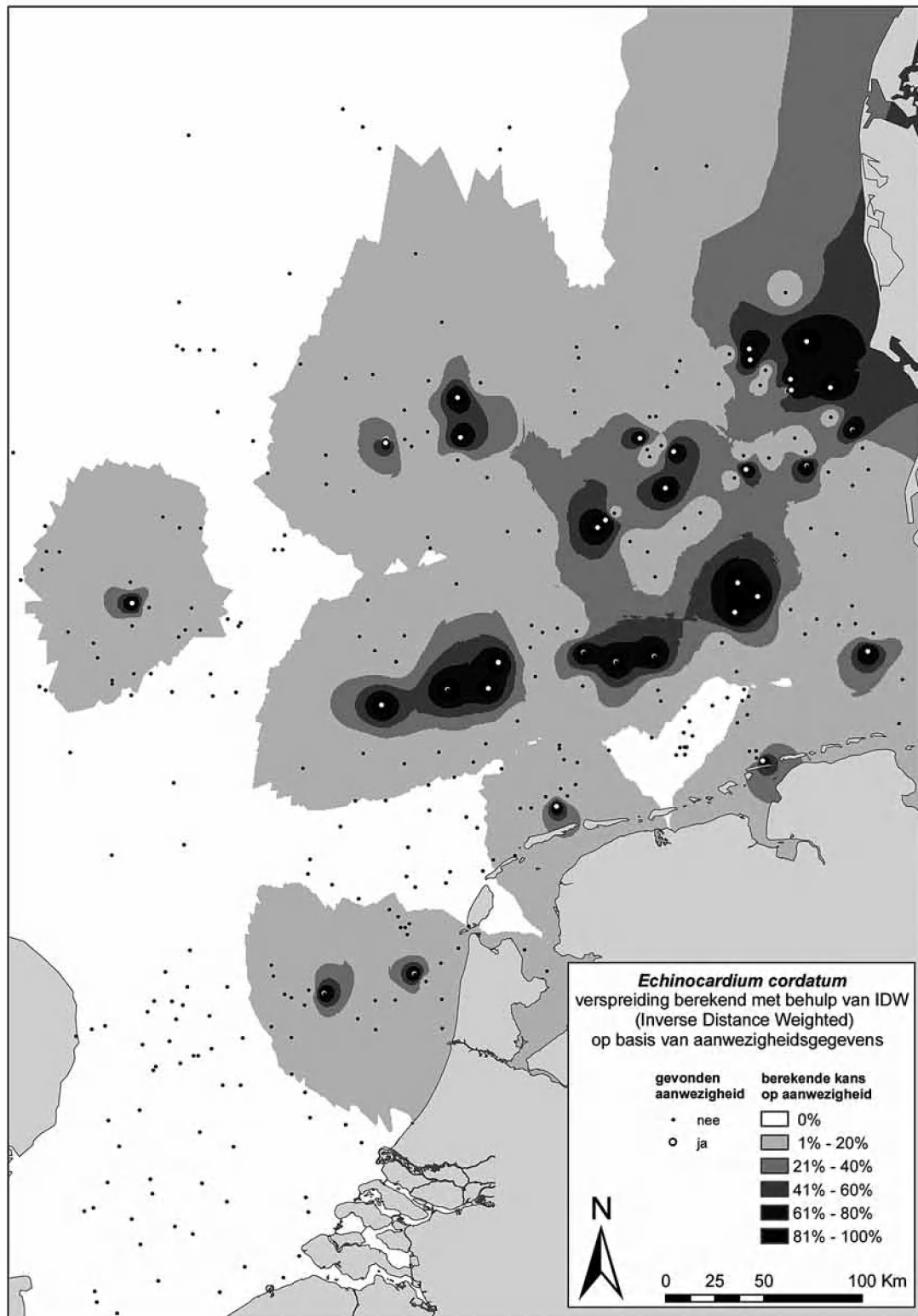


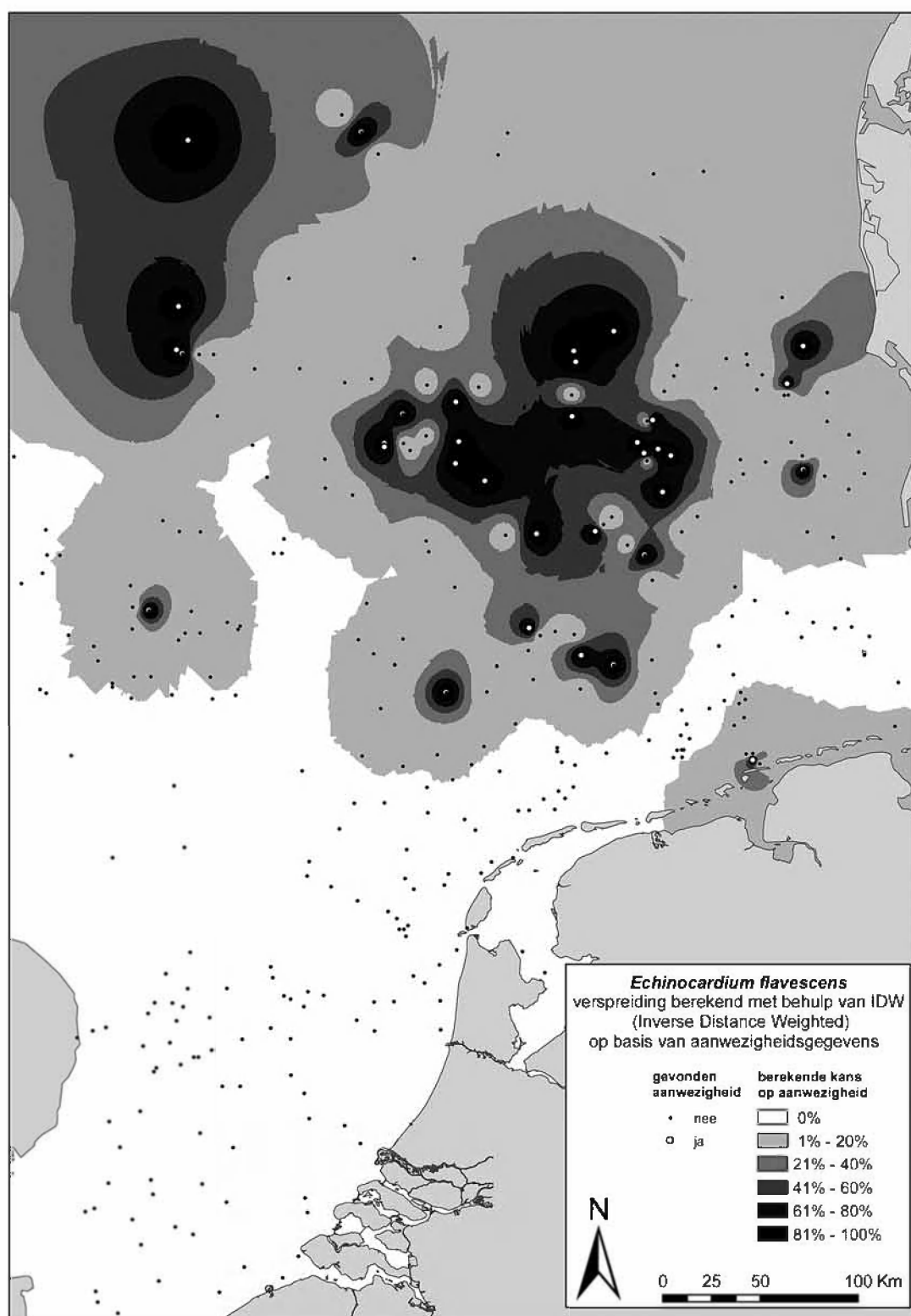


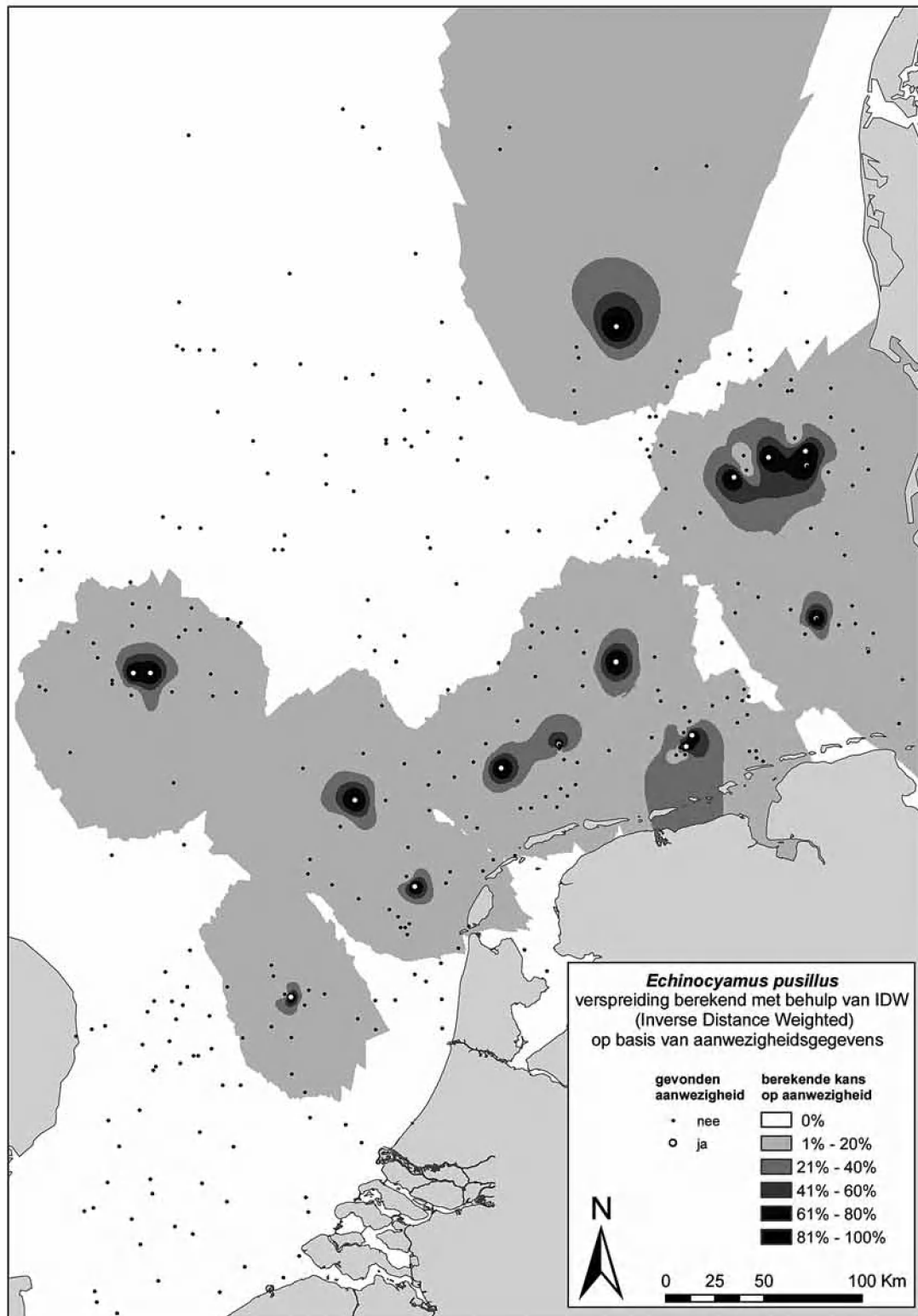


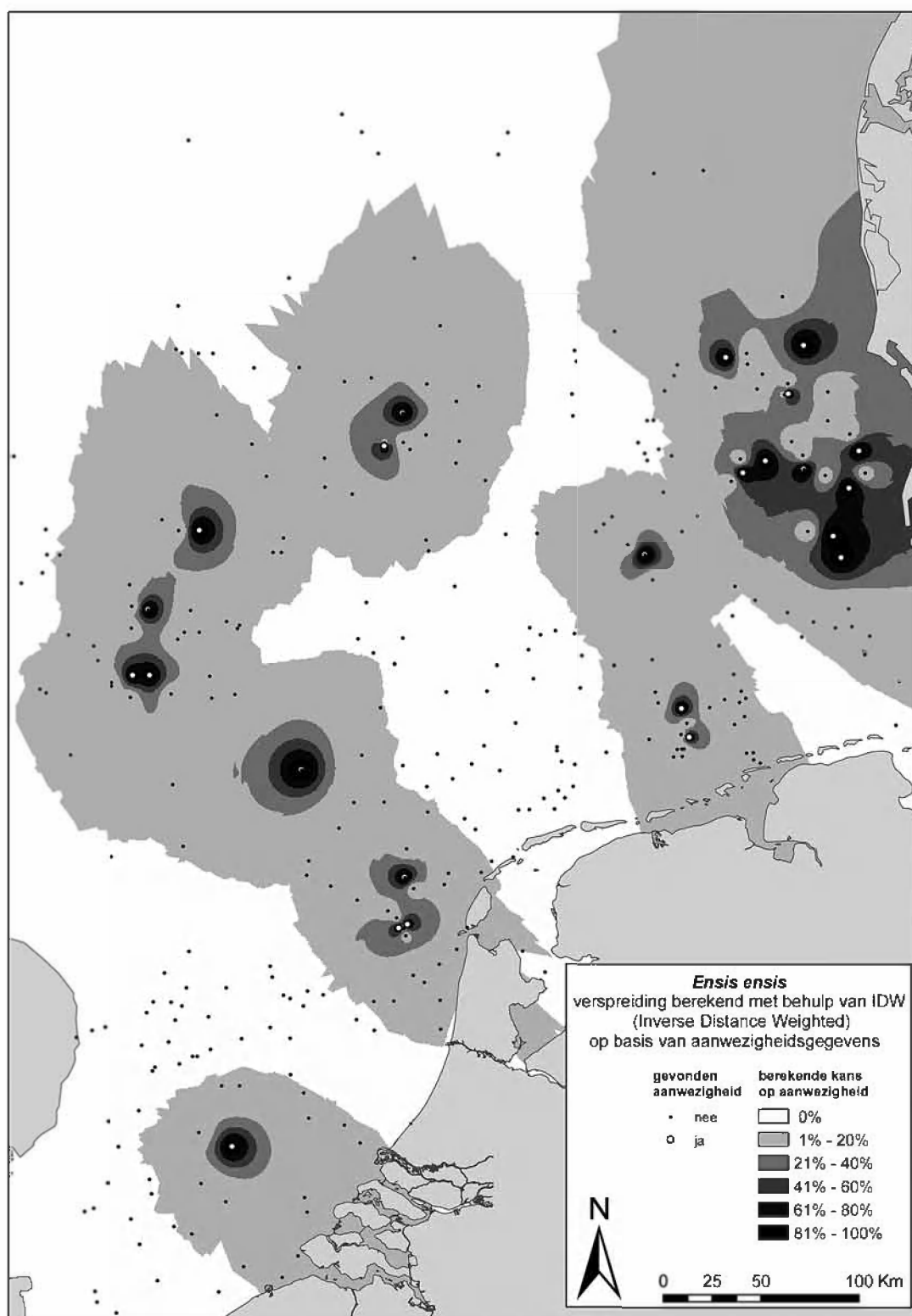


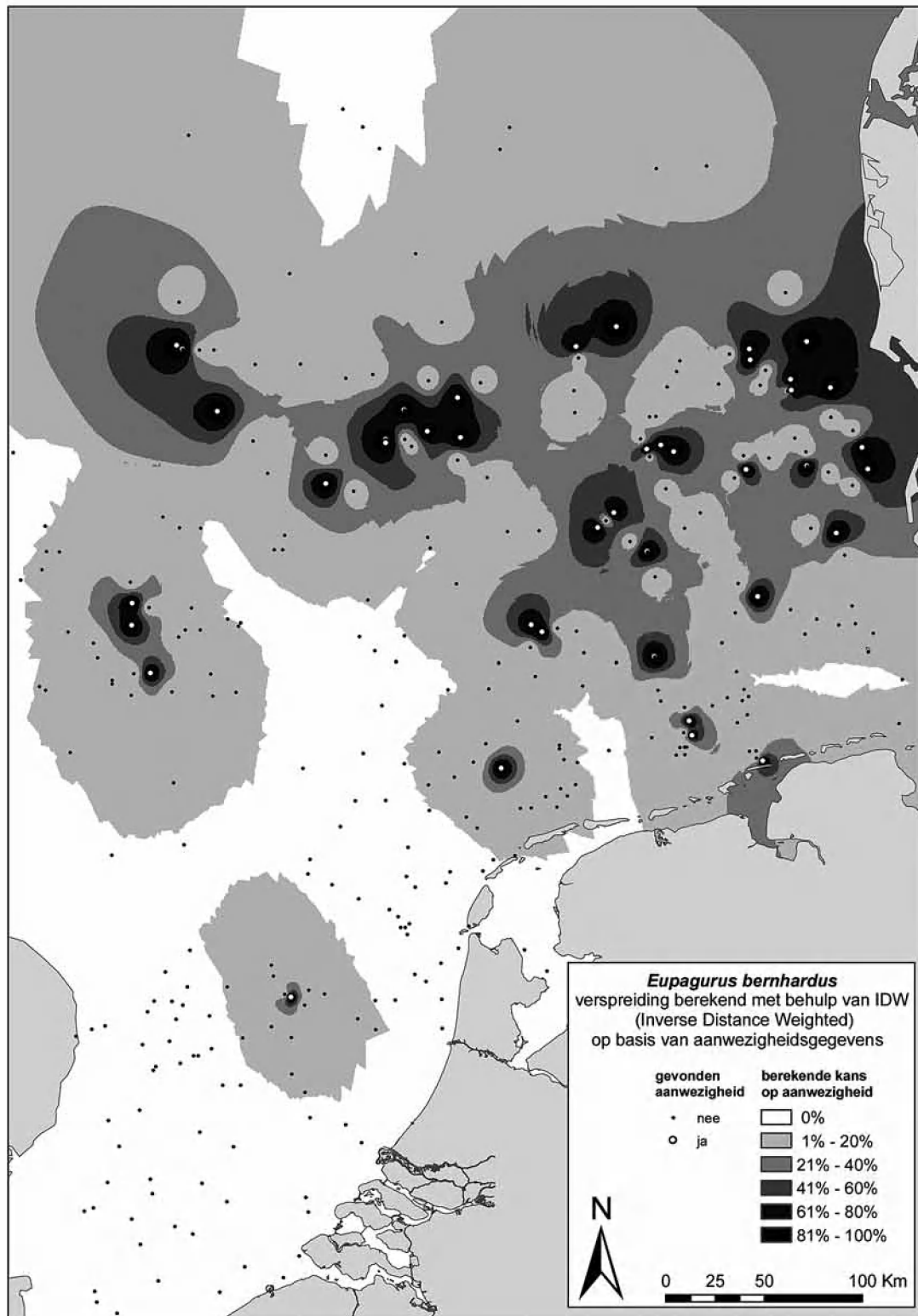


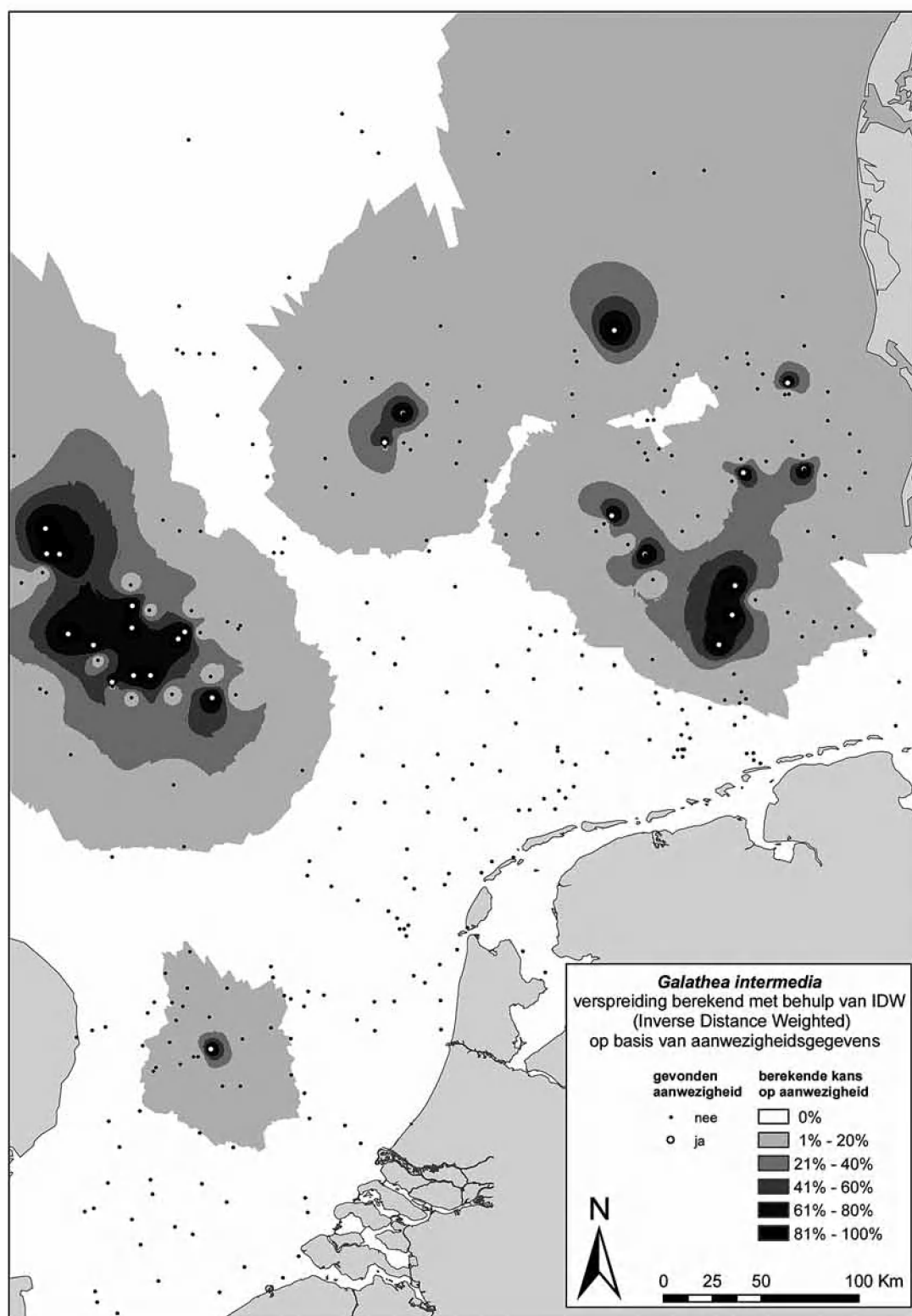


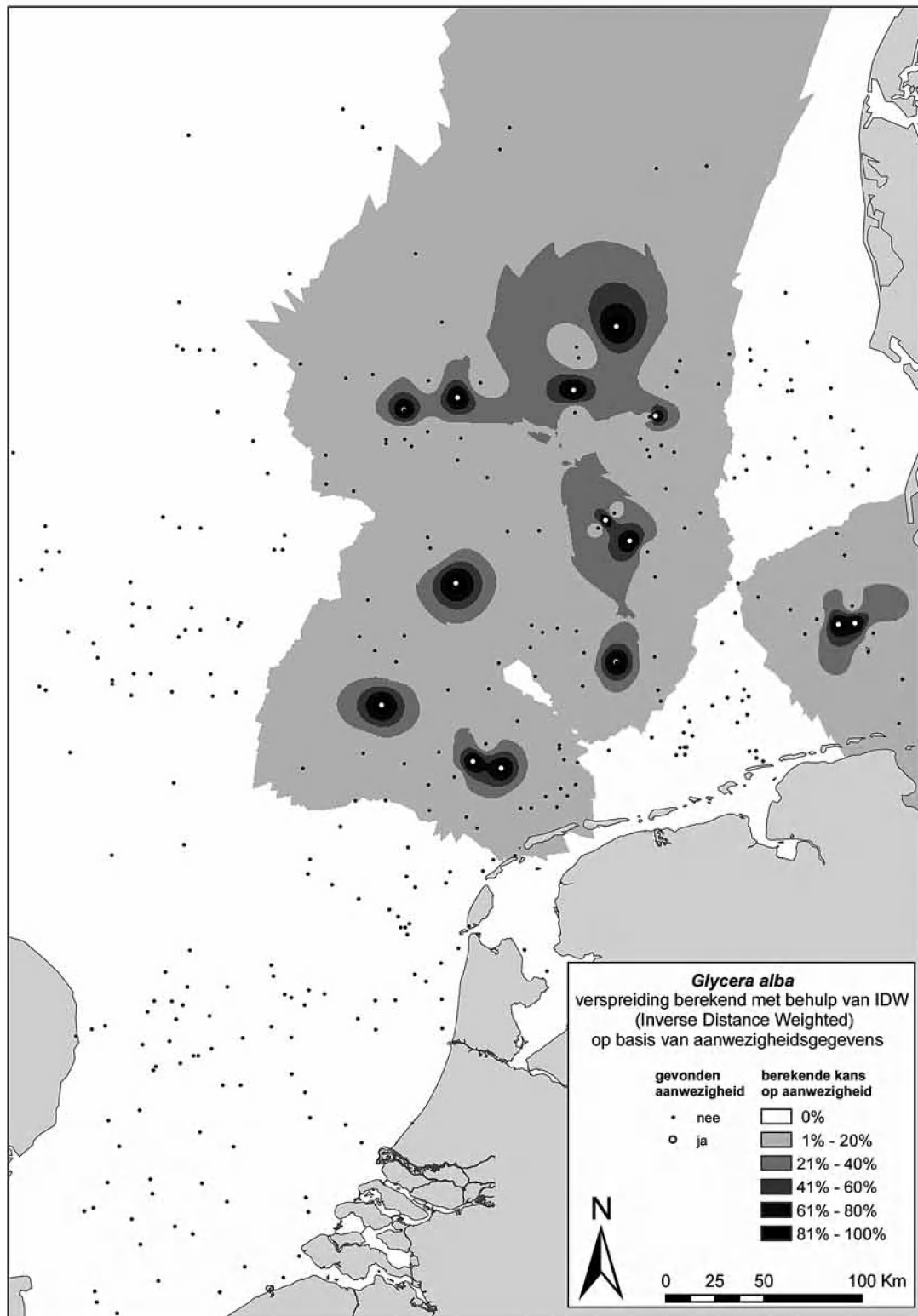


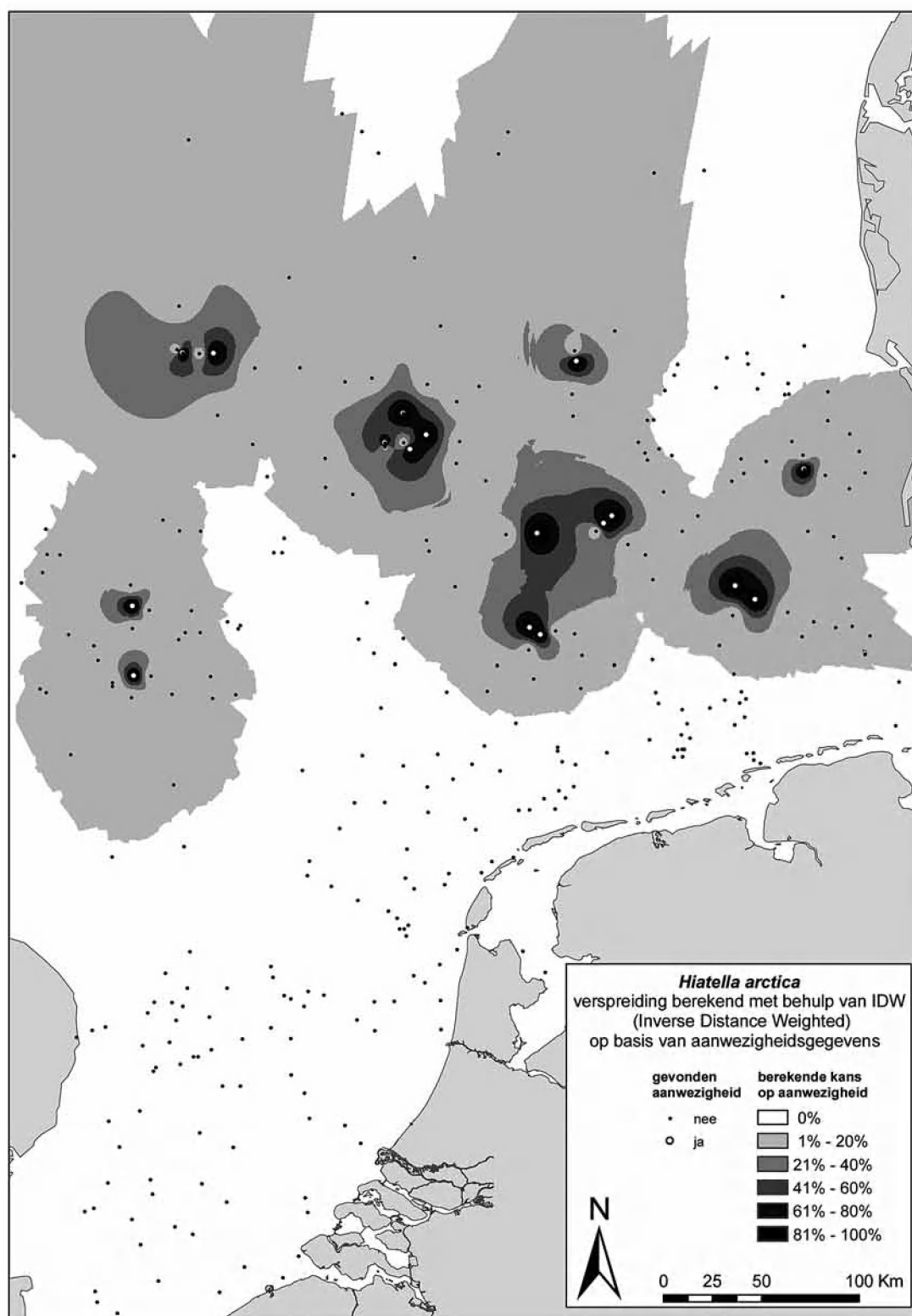


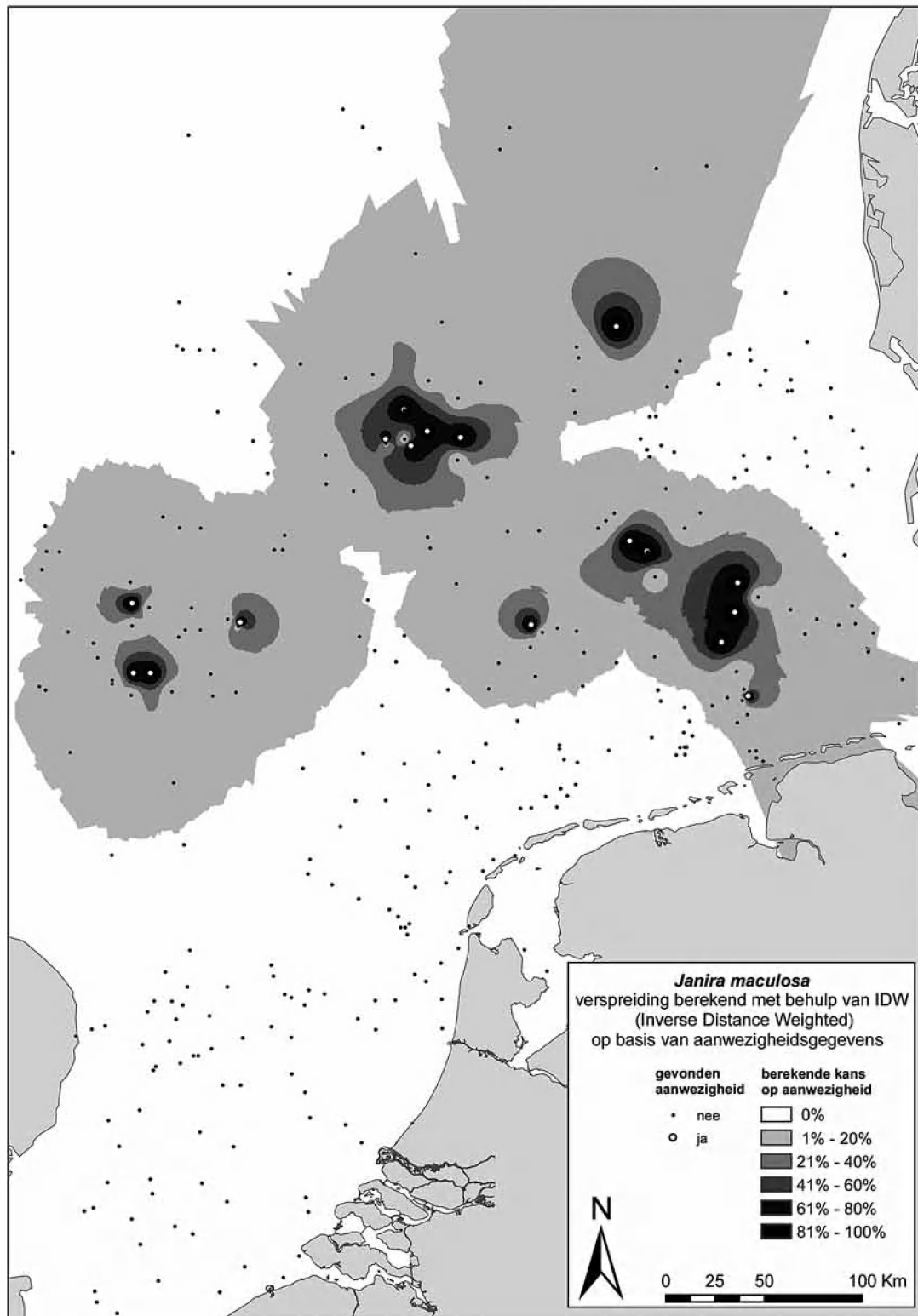


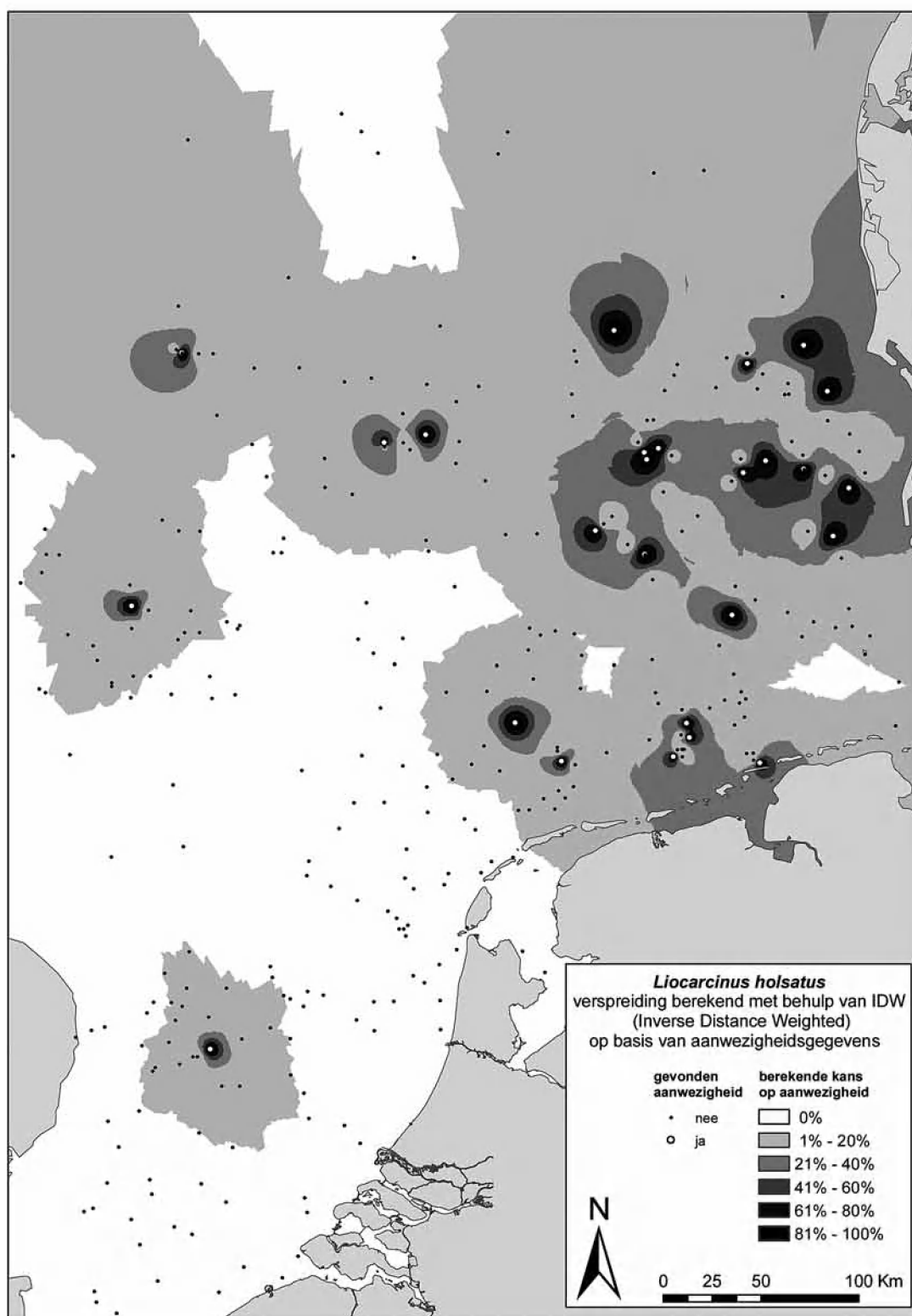


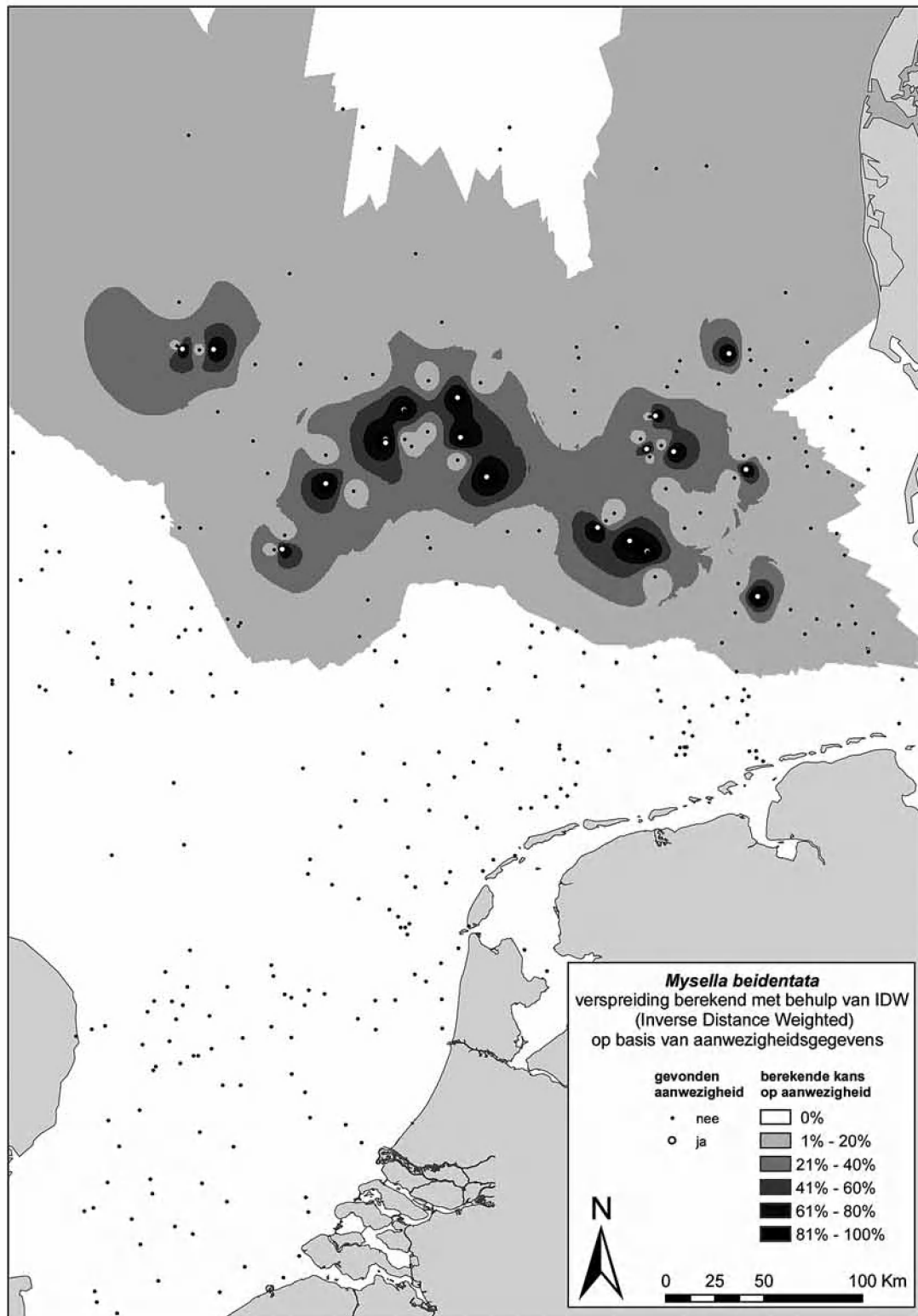


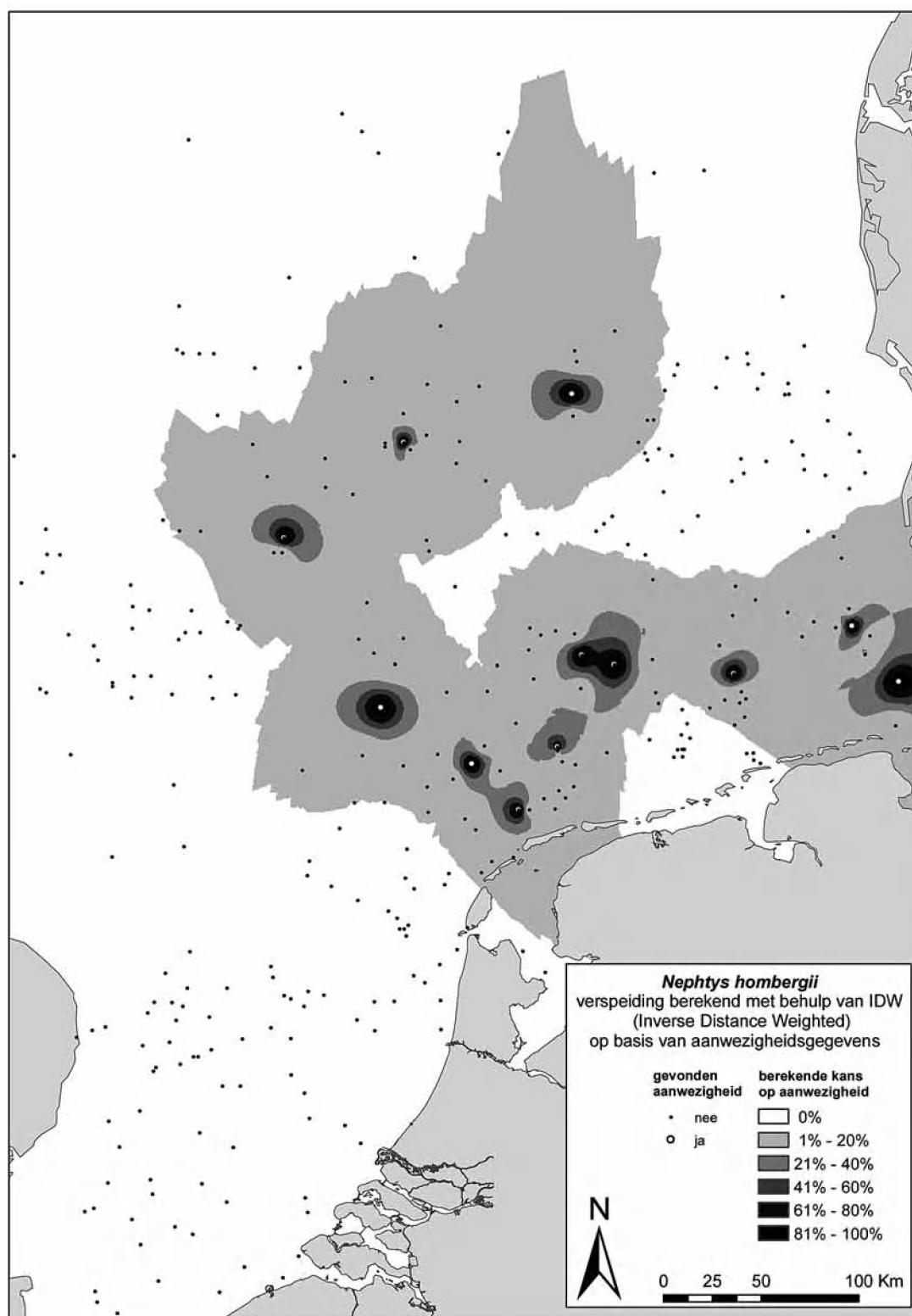


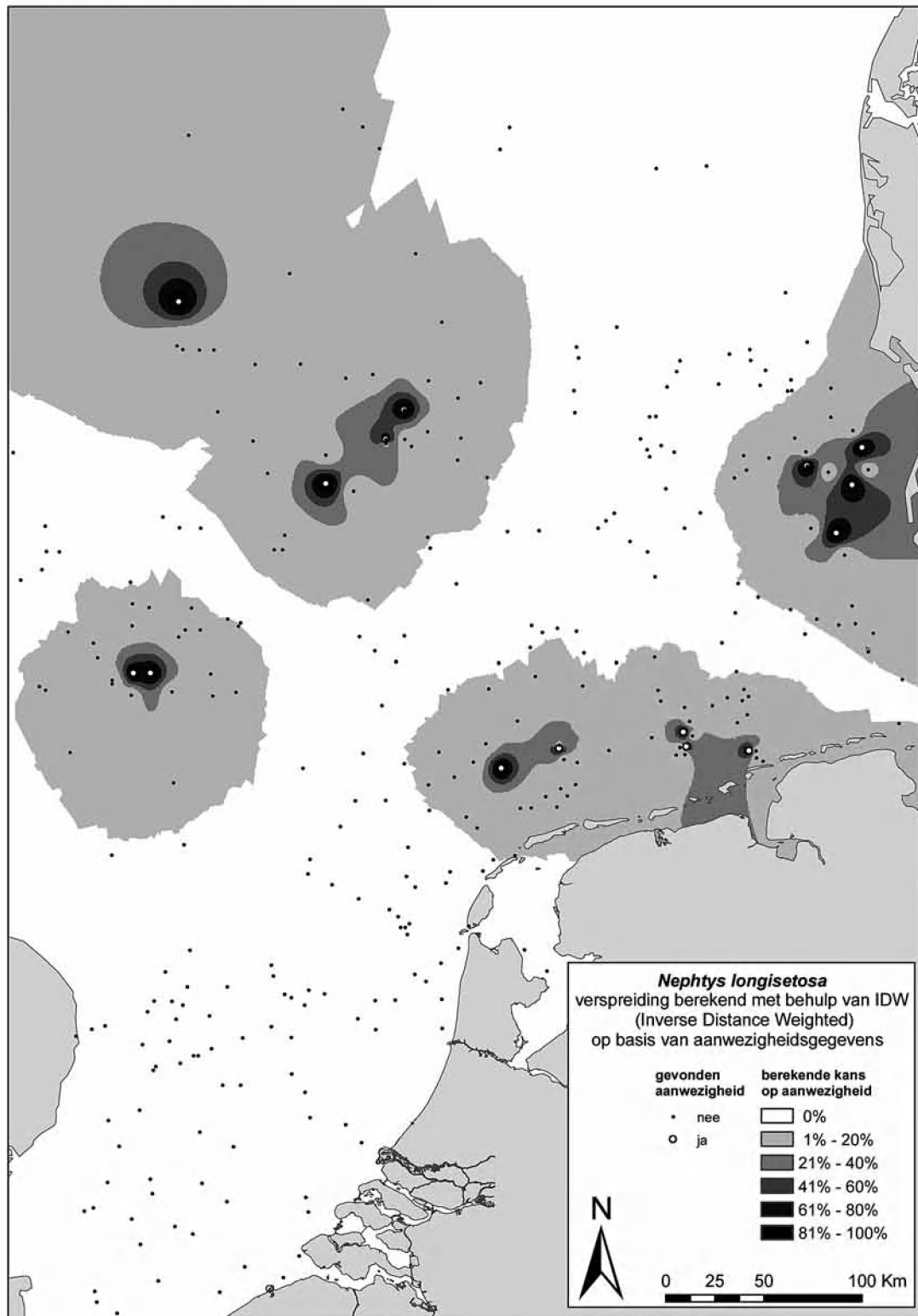


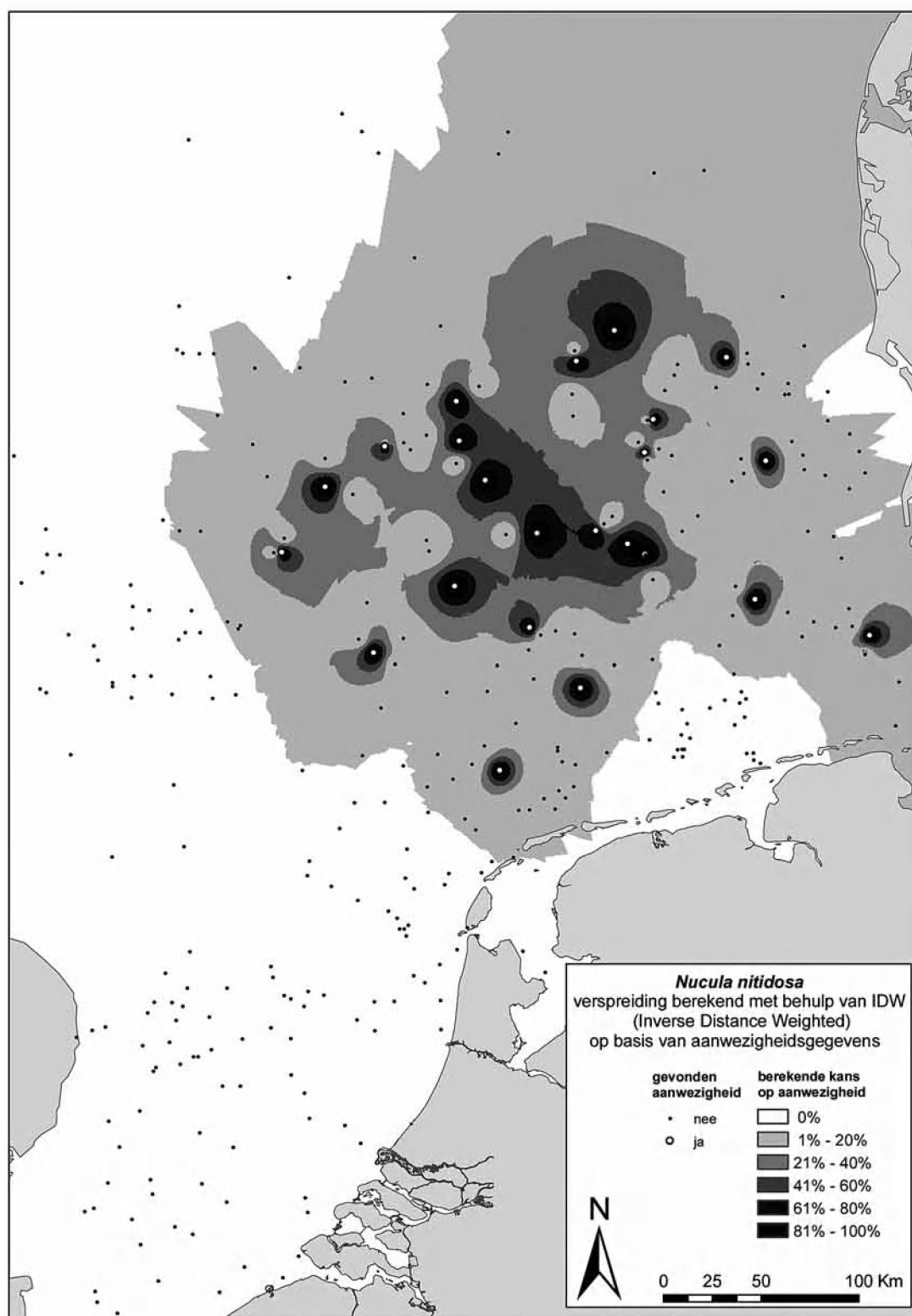


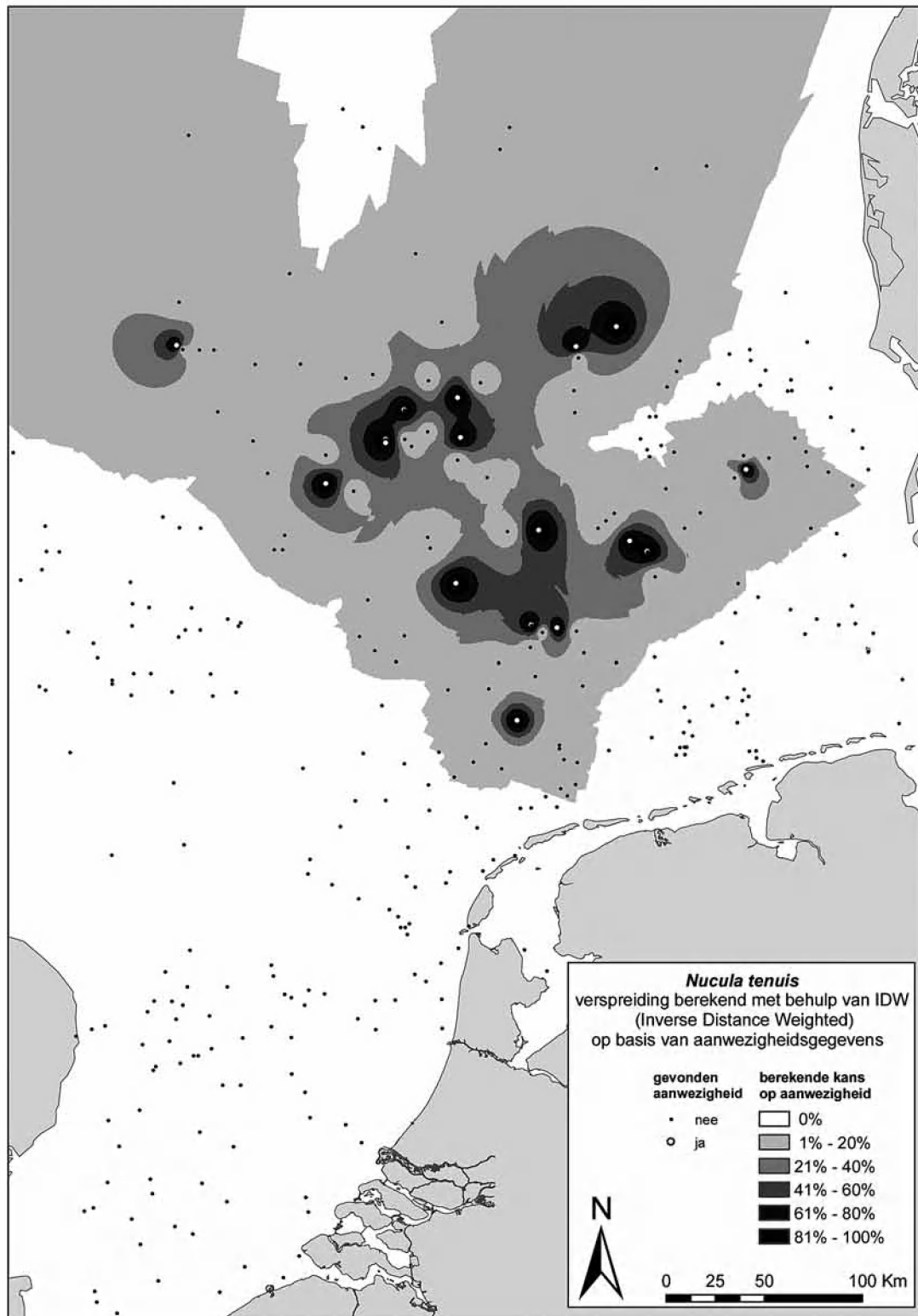


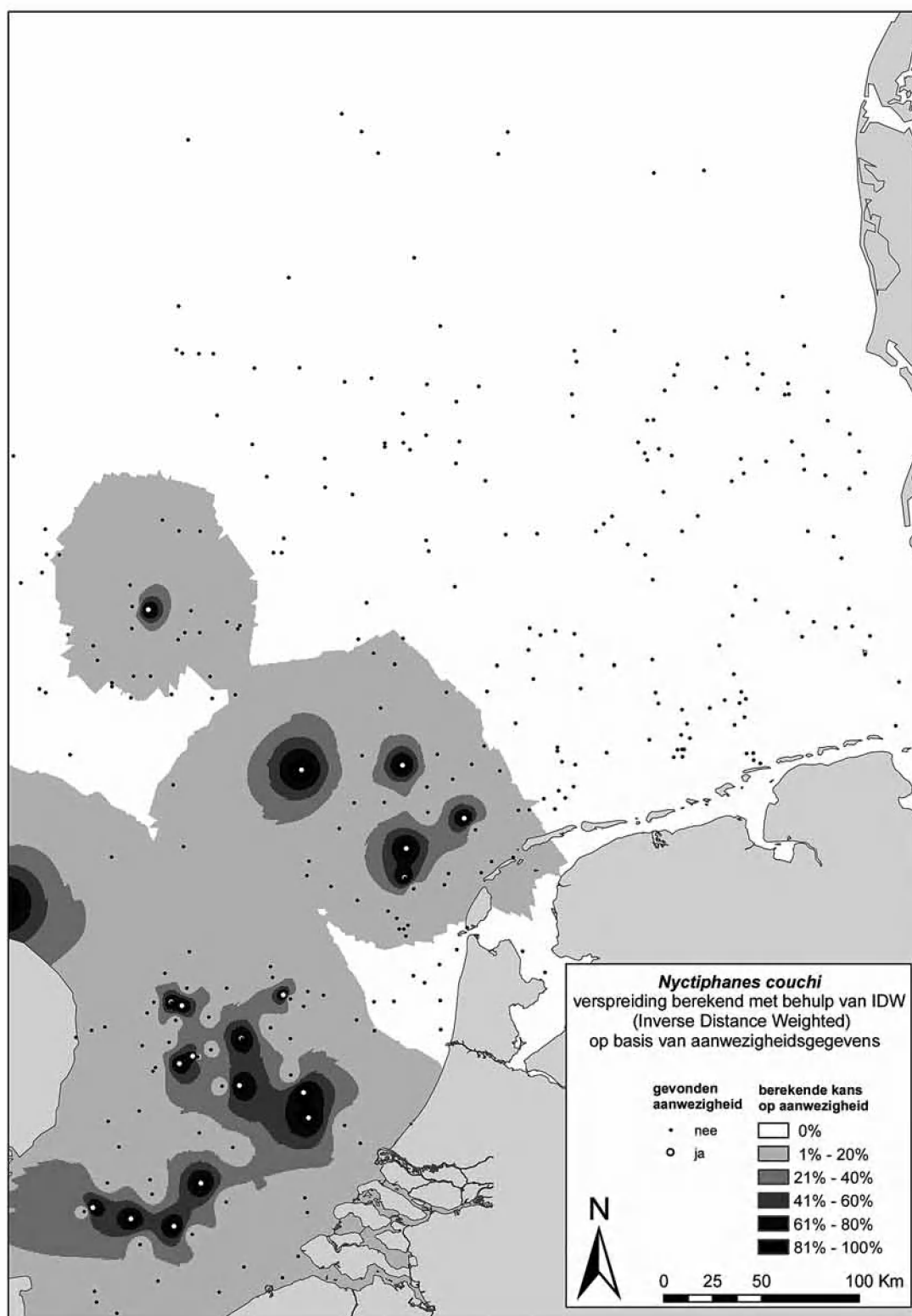


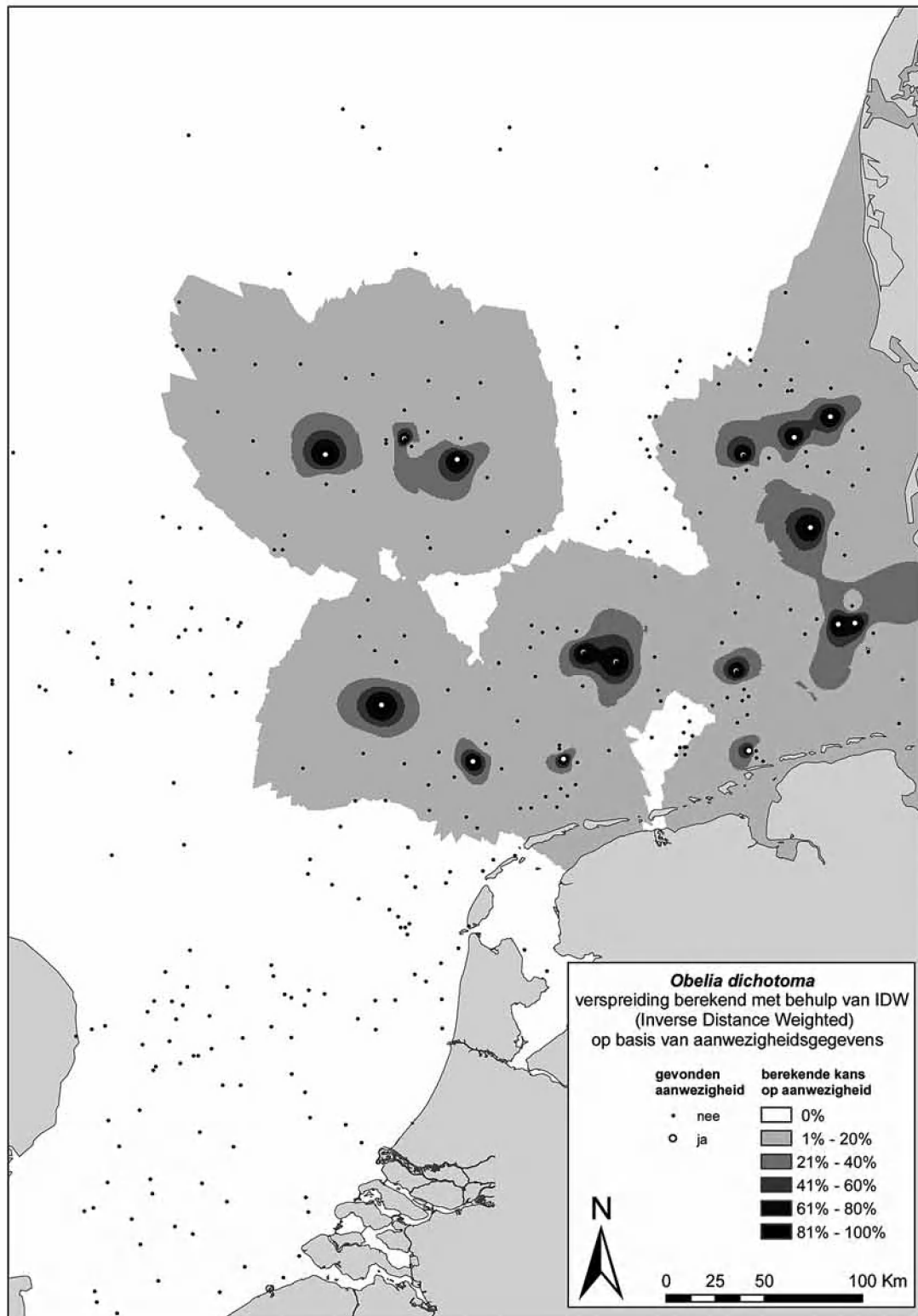


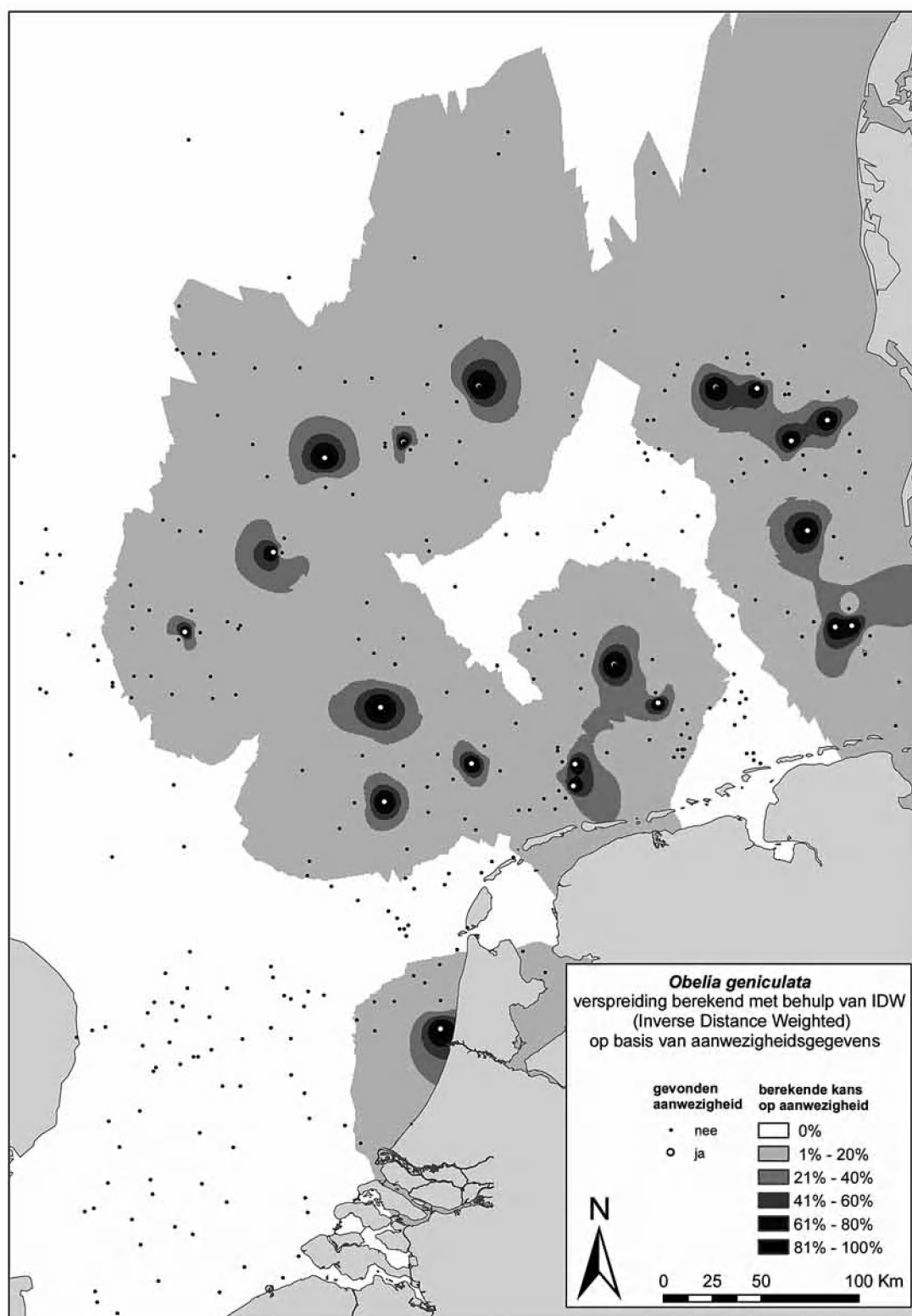


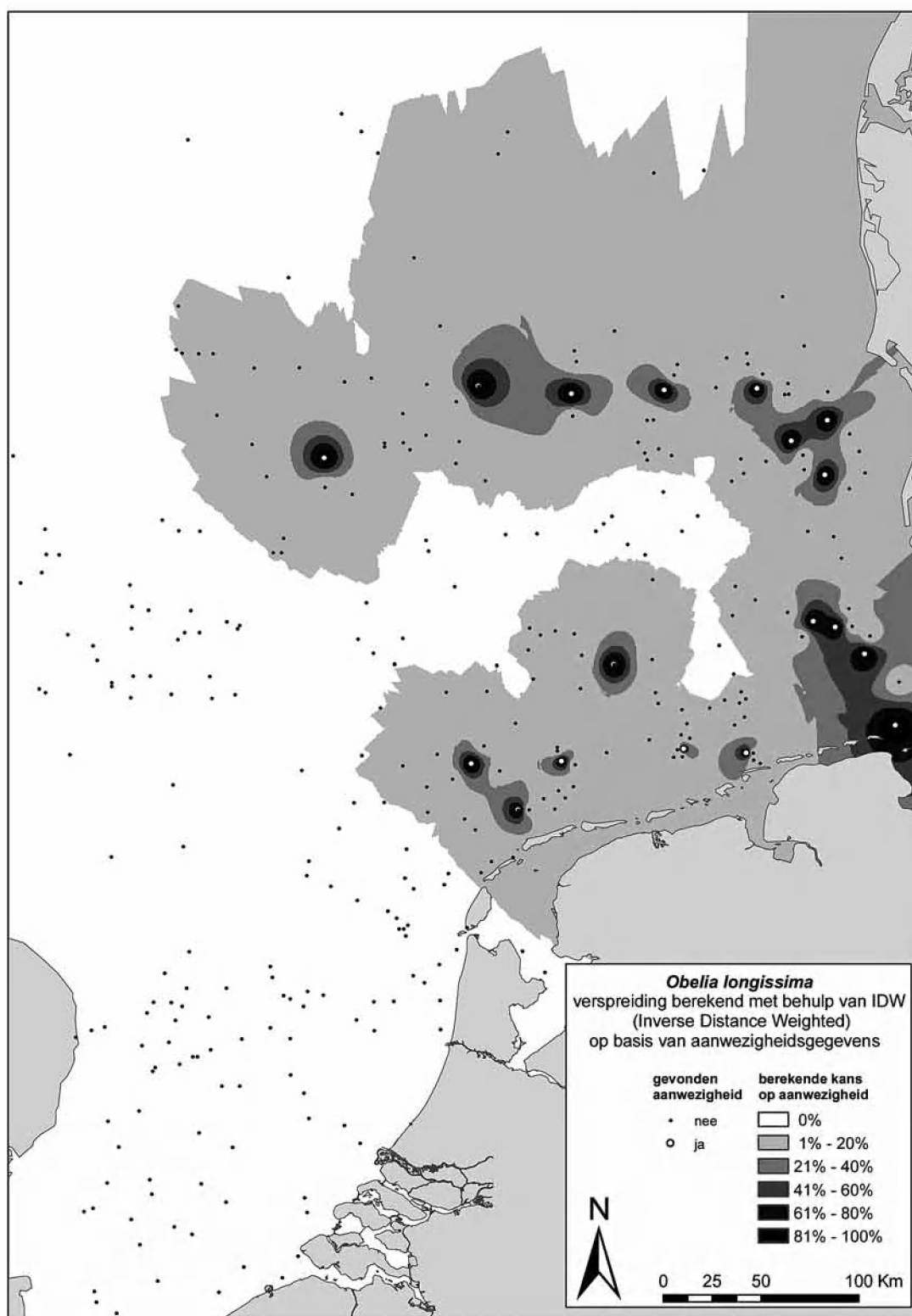


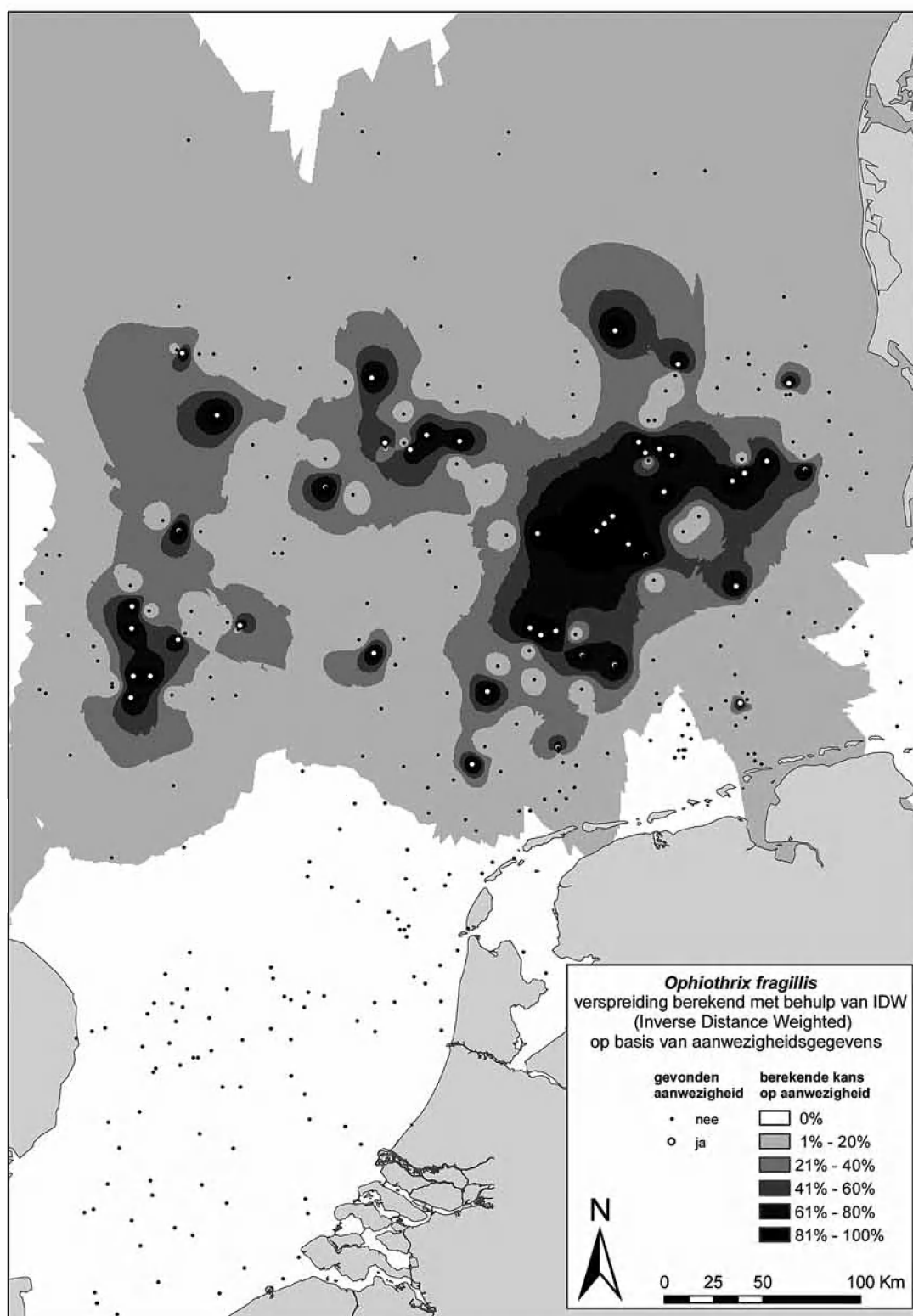


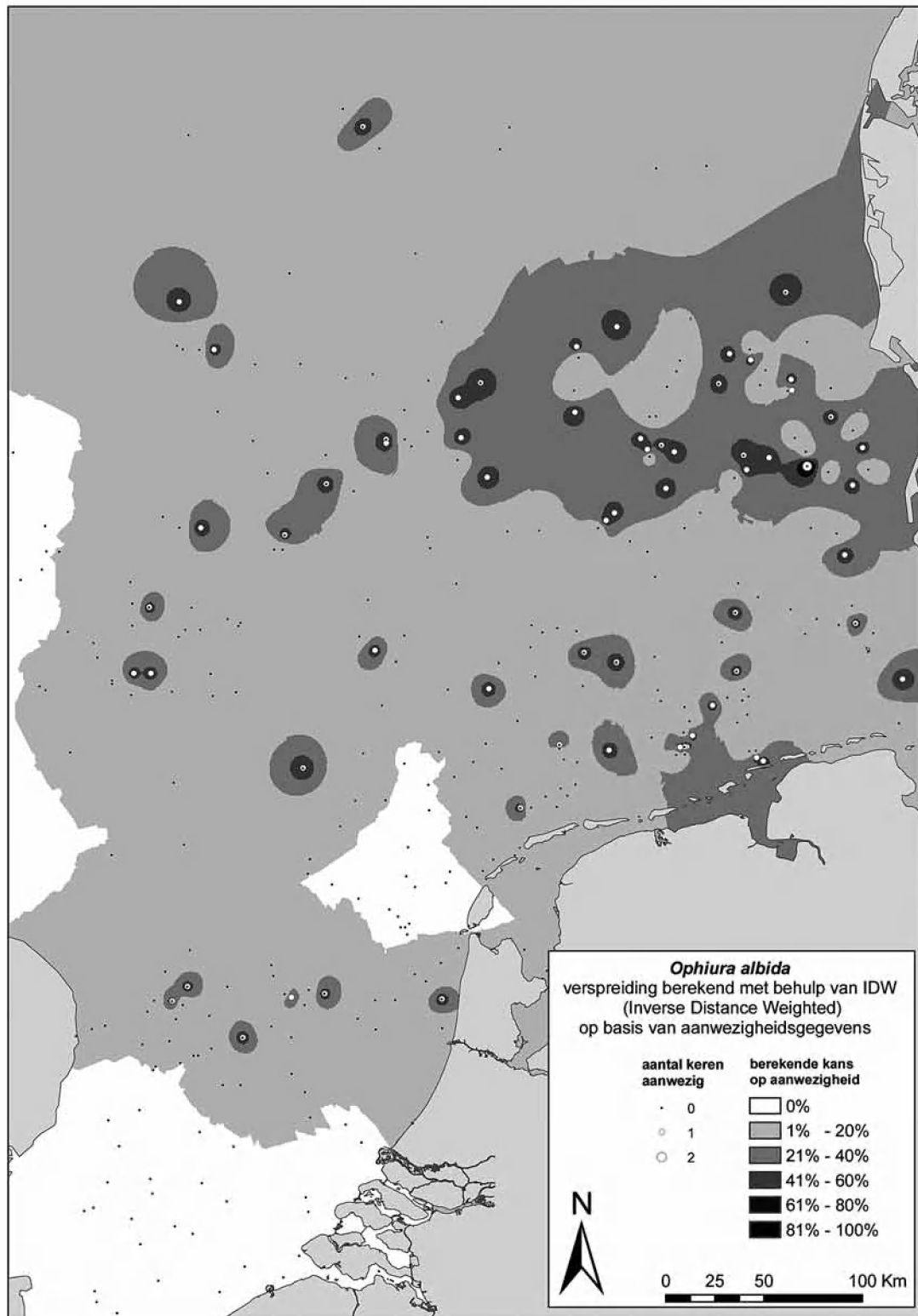


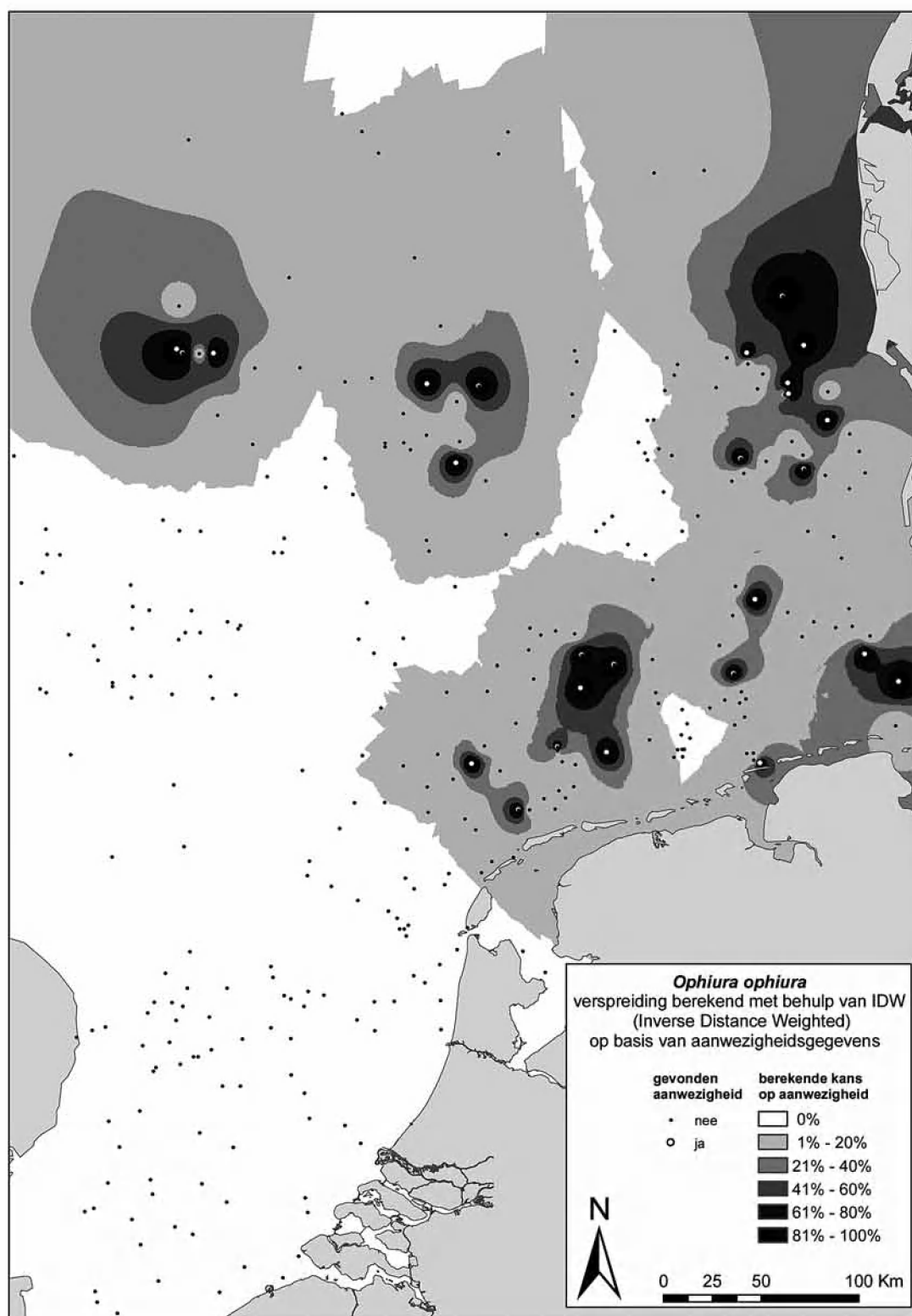


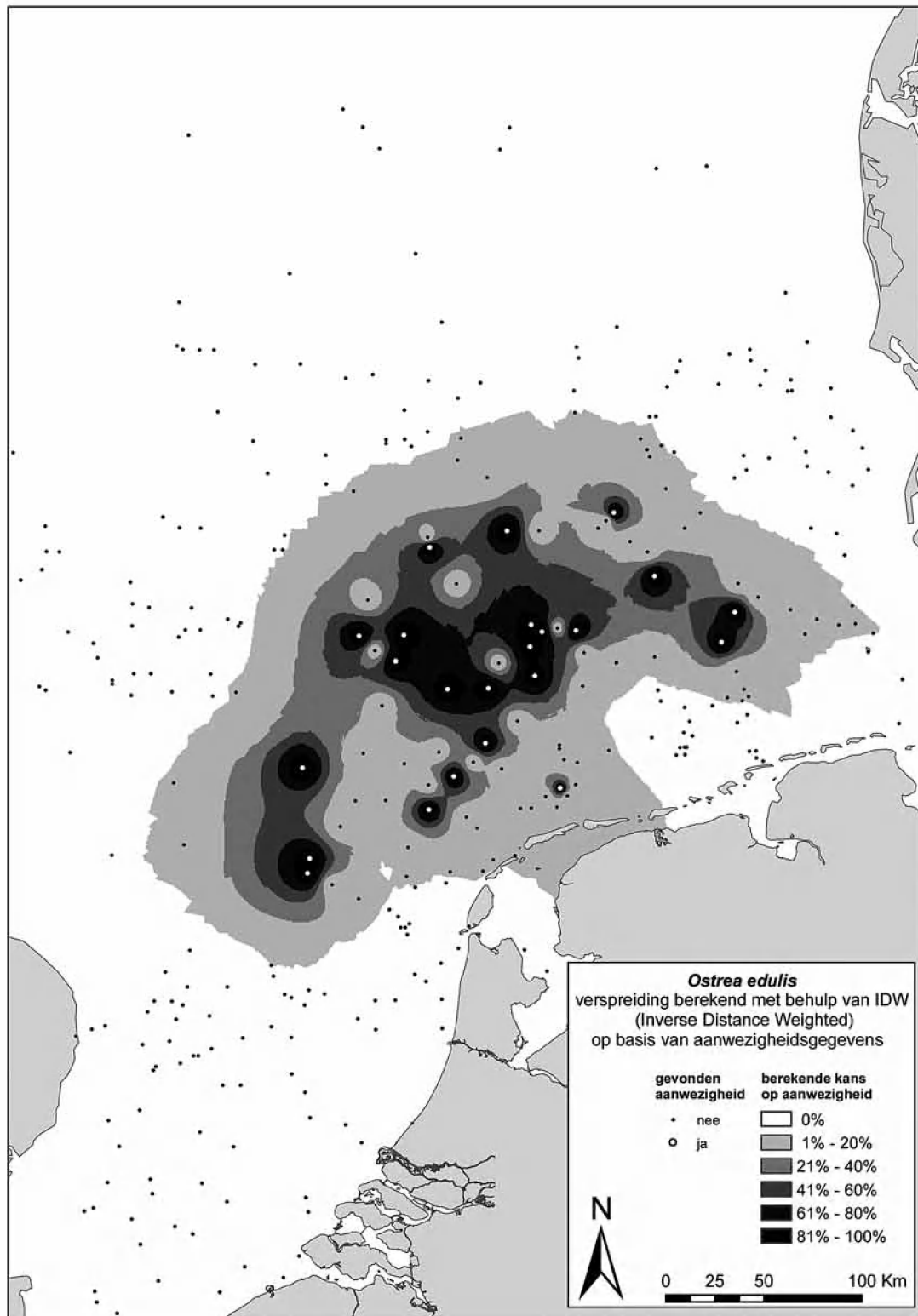


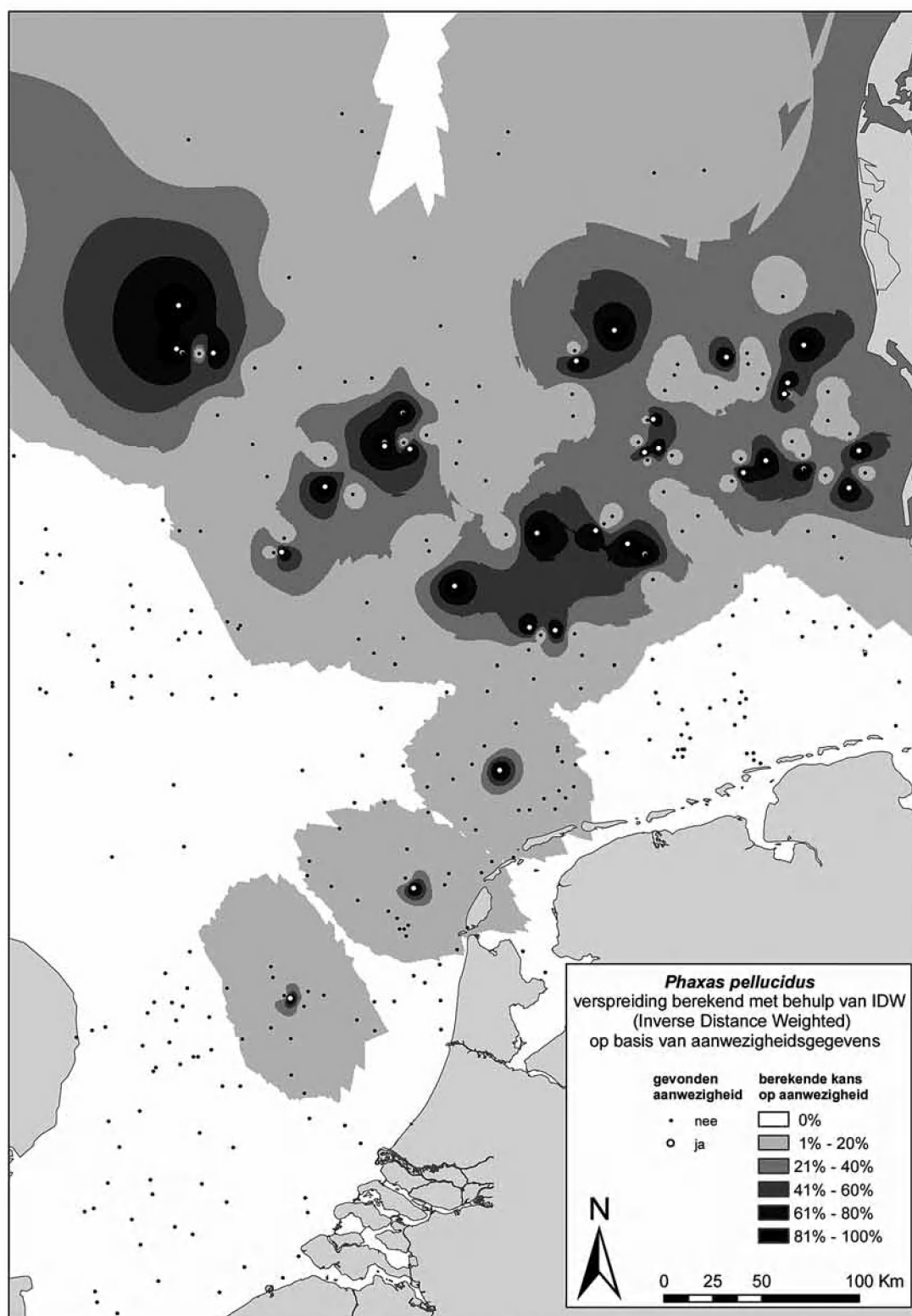


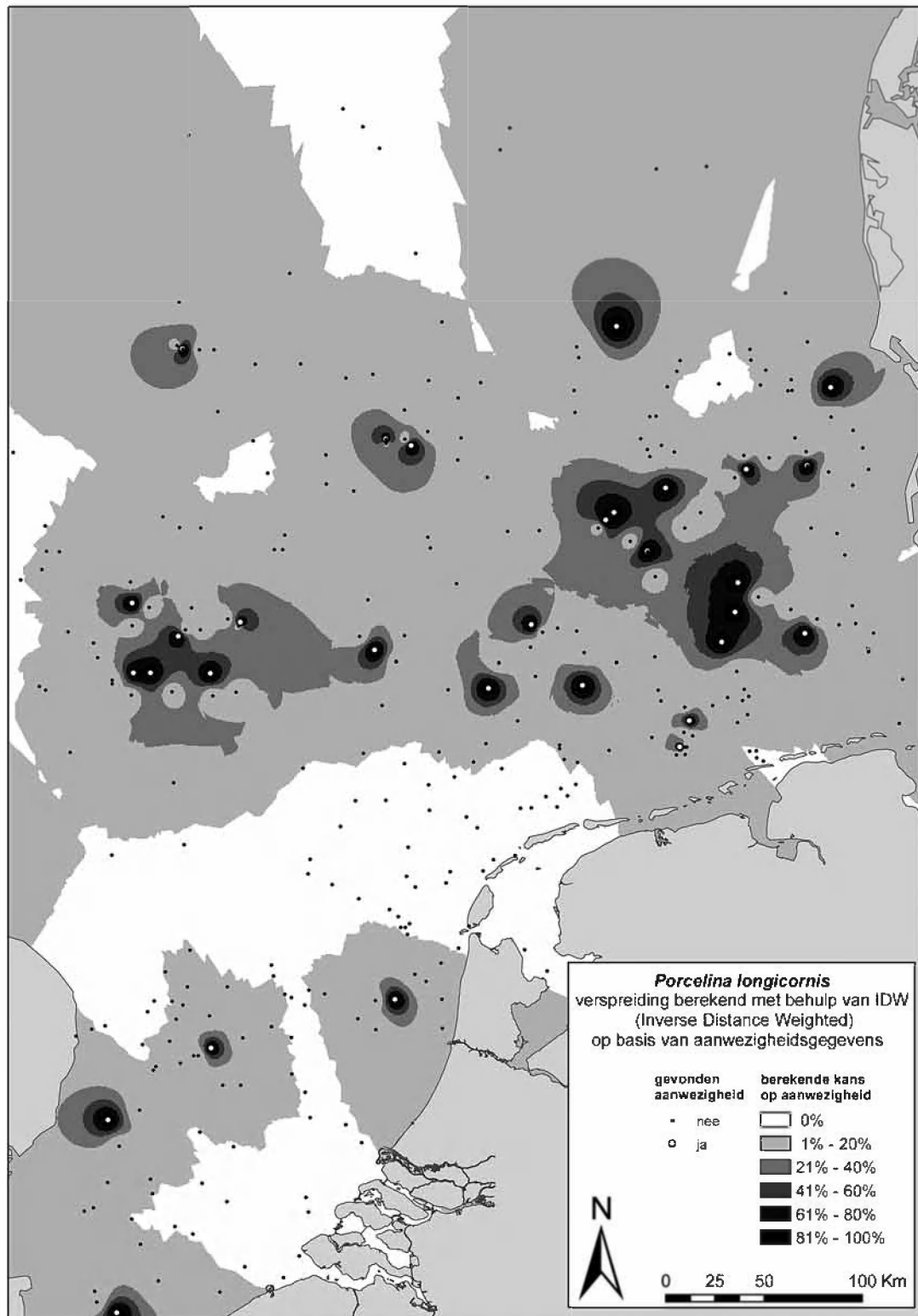


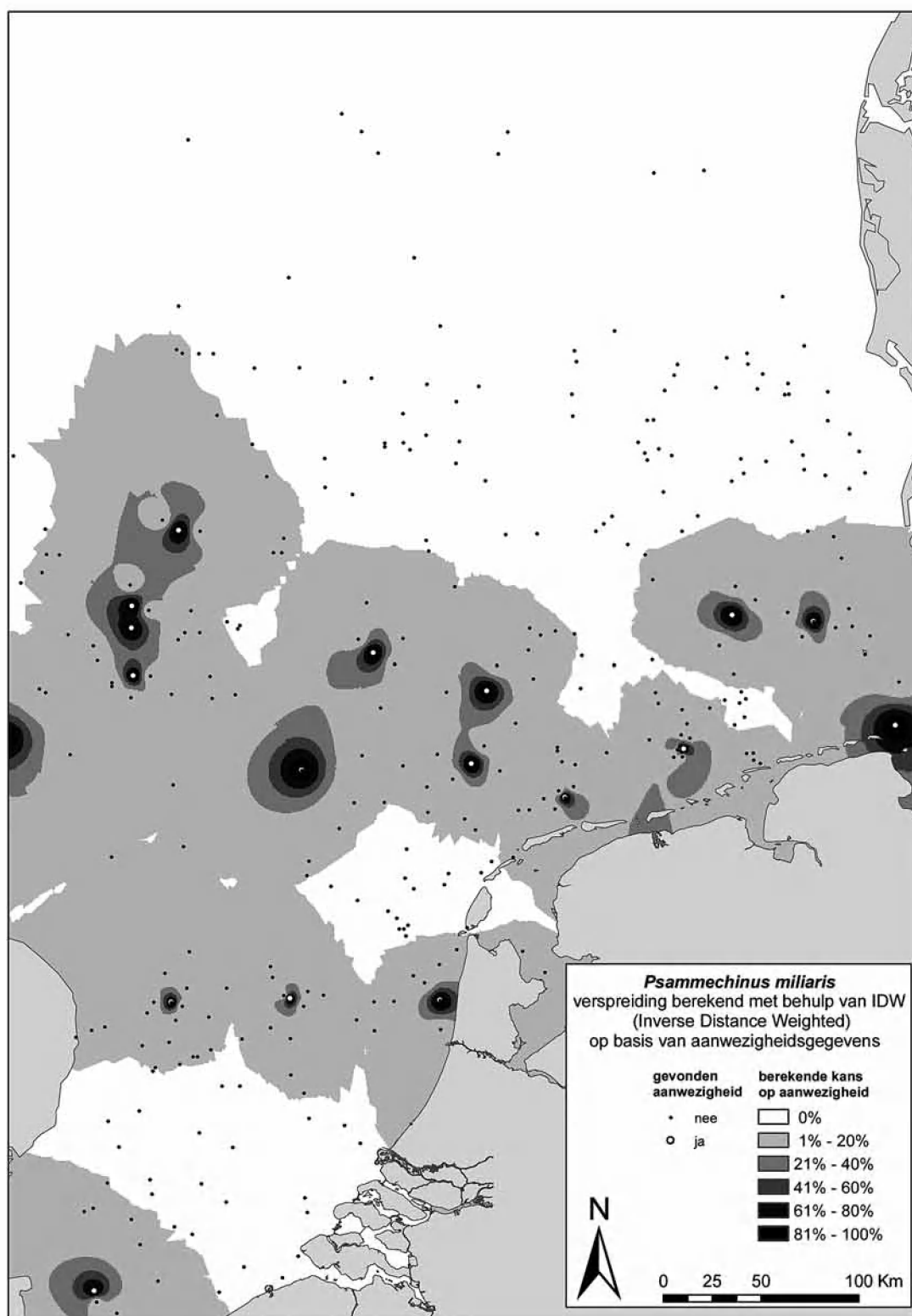


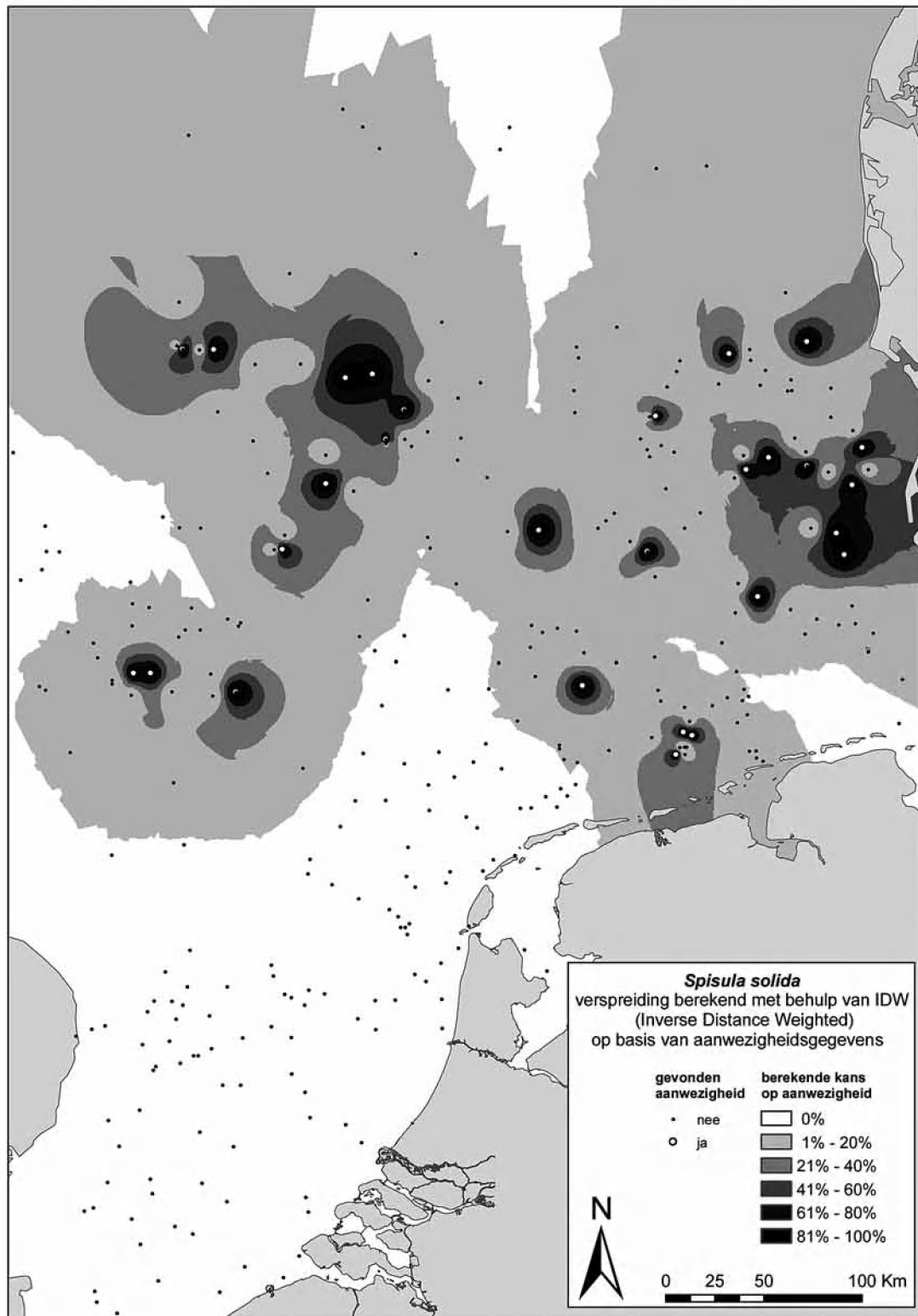


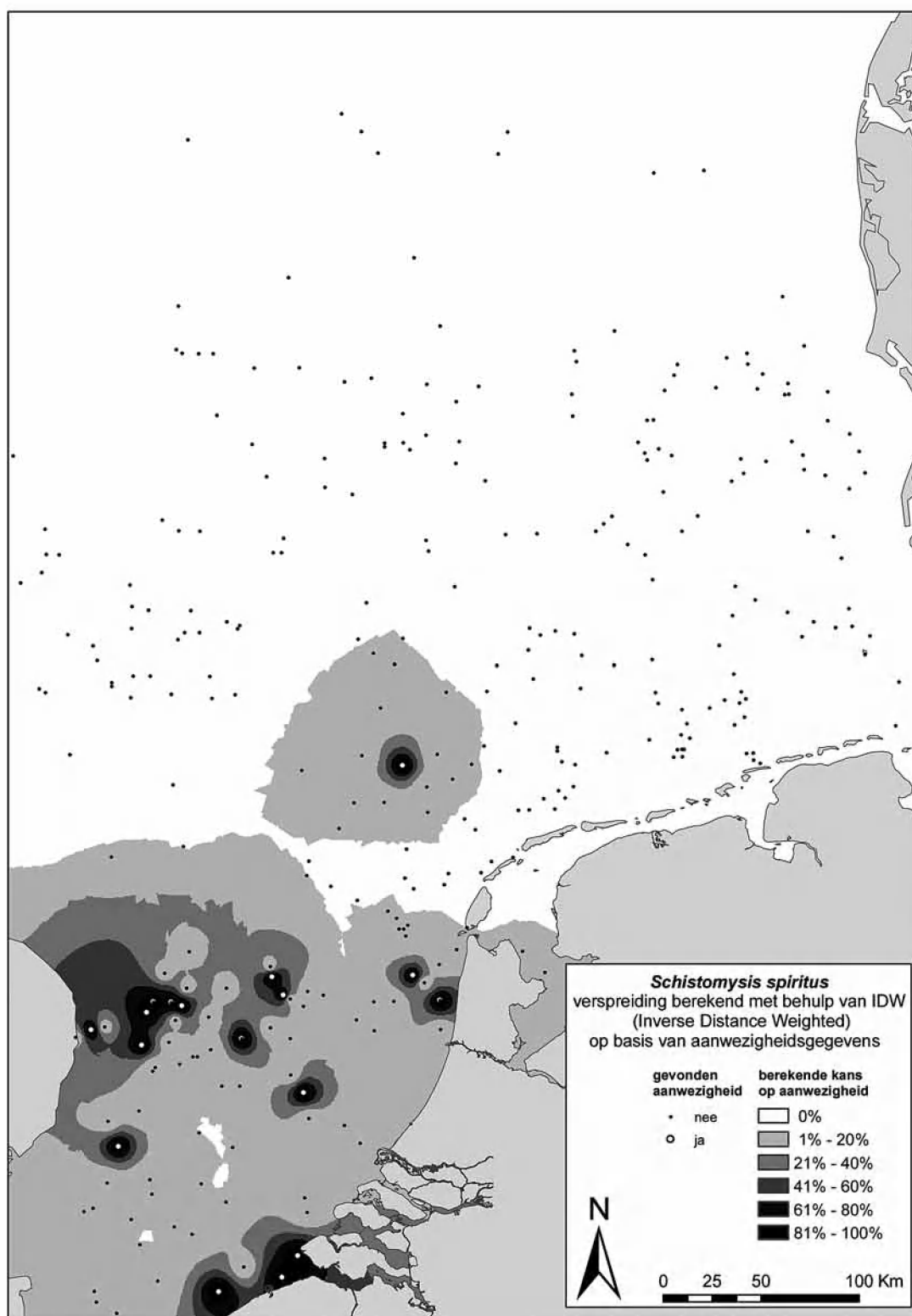


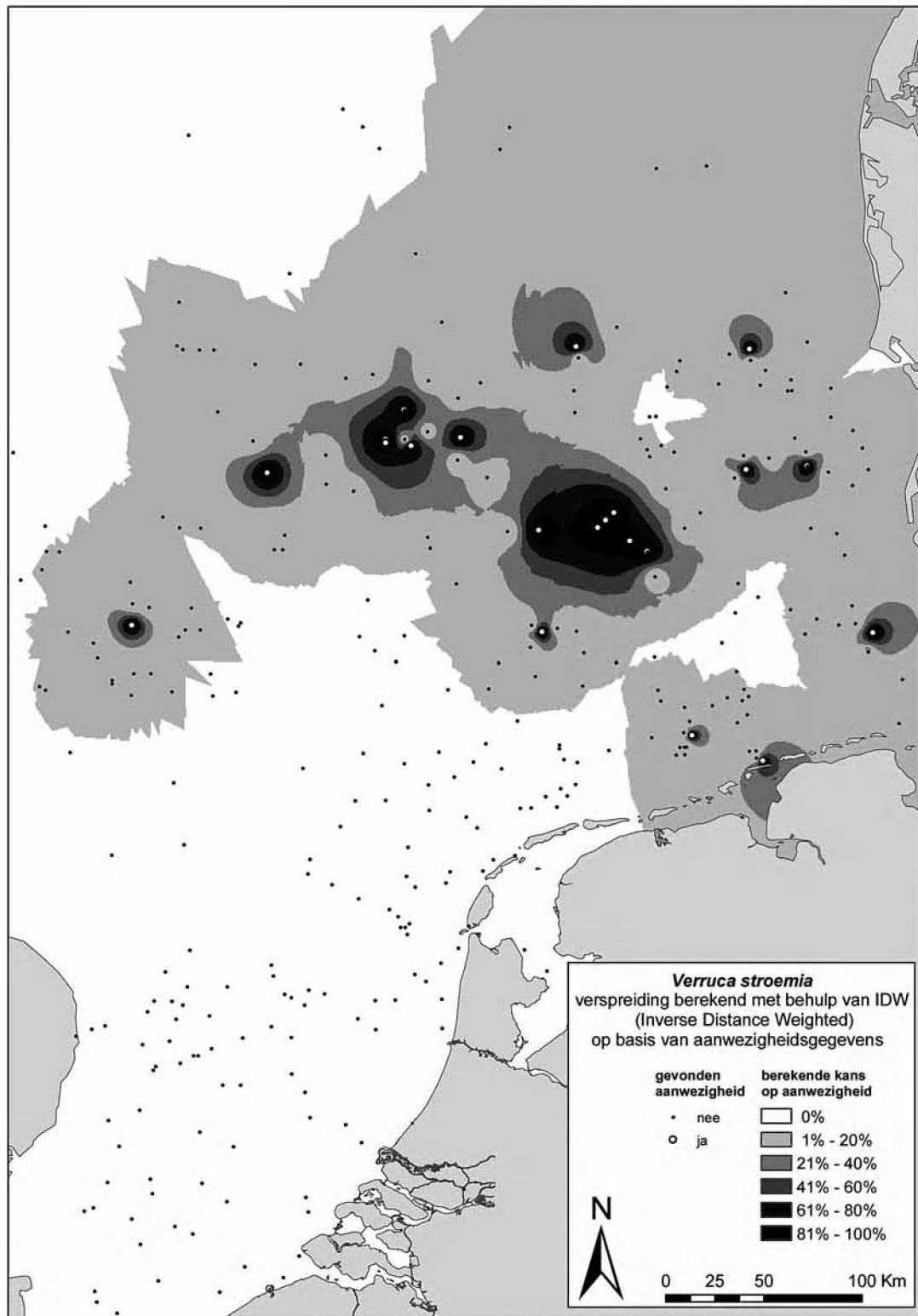












Inleiding	2
Effect van de visserij over de laatste 30 jaar	2
Effect van de visserij sinds 1880	2
Probleemstelling van het onderzoek	2
Hoofdstuk 1.3	
1.1 Methode van het literatuuronderzoek	3
1.2 Historisch overzicht van het zeeonderzoek.	3
Noordzeeonderzoek vóór 1870.	3
1.3 Beschrijving van de Noordzeeëxpedities tussen 1870 en 1914.	4
1.4. Meer recent onderzoek.	6
Hoofdstuk 2.	6
Voorkomen en verspreiding van de bodemfauna in de periode 1870-1914.	6
2.1 De soorten.	6
2.2. De verspreiding.	6
Hoofdstuk 3.	7
Pogingen tot vergelijking van de vangsten in de periode 1870-1914 met die van recent onderzoek.	7
3.1 De verschillende vangmethoden.	7
3.2 Een poging tot vergelijking van het resultaat met de Aurelia cruises.	7
3.3 Vergelijking van de verspreiding aan de hand van verspreidingskaarten.	8
Hoofdstuk 4.	10
Mogelijke factoren die invloed hebben gehad op het macrobenthos.	10
4.1 visserij	10
4.2 Klimaatverandering.	10
HOOFDSTUK 5.	11
Resultaten.	11
5.1 Bespreking van de resultaten	11
HOOFDSTUK 6.	12
Discussie	12
6.1 Vergelijking met recent onderzoek.	12
6.2 Factoren die invloed kunnen hebben op het macrobenthos.	12
6.2.1	12
6.2.2	12
6.2.3	12
6.2.4	13
Hoofdstuk 7. Oesterbanken in de Zuidelijke Noordzee.	13
Literatuur.	14
A. Bronnen voor de gebruikte gegevens.	14
B. Verdere literatuur	15
Appendix A.	16
Appendix B. Synoniemen.	17
Appendix C.	20
Samenvatting.	21
Summary.	21
tabellen	22

