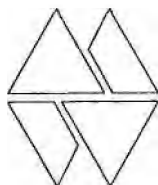


Ontwikkelingen bij watervogels in de Westerschelde in relatie tot mogelijke effecten van de vaargeulverruiming 48'-43'

Trendanalyse van aantallen watervogels en groei van visdiefkuikens

M.J.M. Poot
K.L. Krijgsveld
S.L.G.E. Burgers*
P.W. van Horssen
T.J. Boudewijn

* Biometris, Wageningen



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg

5 februari 2003
rapport nr. 02-133

Status uitgave: eindrapport

Rapport nr.: 02-133

Datum uitgave: 5 februari 2003

Titel: Ontwikkelingen bij watervogels in de Westerschelde in relatie tot mogelijke effecten van de vaargeulverruiming 48'-43'

Subtitel: Trendanalyse van aantallen watervogels en groei van visdiefkuikens

Samenstellers: drs. M.J.M. Poot
 drs. K.L. Krijgsveld
 ing. S.L.G.E. Burgers (Biometris, Wageningen)
 drs. P.W. van Horssem
 drs. T.J. Boudewijn

Aantal pagina's inclusief bijlagen: 103

Project nr.: 02-153

Projectleider: drs. M.J.M. Poot

Naam en adres opdrachtgever: Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg
 Postbus 8039, 4330 EA Middelburg

Referentie opdrachtgever: RIKZ/AB/2002/60275, contractnr. RKZ-1188

Akkoord voor uitgave: Hoofd Sector Vogelecologie
 drs. S. Dirksen

Paraaf:

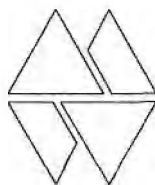
S.D.

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001.



Bureau Waardenburg bv
 Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
 Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
 e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

Deze rapportage is gericht op het voorzien in de informatiebehoefte bij Directie Zeeland van Rijkswaterstaat aangaande de mogelijke effecten van de vaargeulverruiming 48'-43' in de Westerschelde op broed- en niet-broedvogels. Directe opdrachtgever was het Rijksinstituut voor Kust en Zee. Een van de belangrijke doelstellingen van dit project is het in beeld te brengen van mogelijk causale verbanden tussen zowel abiotiek/voedselaanbod en de aantalsontwikkeling van watervogels als de conditie van opgroeiende jonge visdieren.

Het projectteam van Bureau Waardenburg bestond uit T.J. Boudewijn, P.W. van Horssen (GIS), K.L. Krijgsveld en M.J.M. Poot (projectleider). S.L.G.E. Burgers van Biometris (Wageningen) schreef de procedure in Genstat voor de GAM-analyse en verzorgde de statistische 'back-up'.

Alle hieronder genoemde betrokkenen van het RIKZ hebben meegedacht bij de hier gepresenteerde analyses. Algemeen inhoudelijke begeleiding vanuit de opdrachtgever werd verricht door C.M. Berrevoets en P.L. Meininger. Zij zorgden ook voor aanlevering van de gegevens en achterliggende informatie en rapporten. M.S.J. Hoekstein leverde additionele gegevens van de visdief. De begeleidingsgroep bestond verder uit B. Dauwe en B. Peters. E. Stikvoort leverde macrobenthos gegevens en J. Wijsman het conceptrapport over de relatie bodemdieren en ecotopen in de Westerschelde.

Leeswijzer

In de inleiding (hoofdstuk 1) worden kader en doel van de rapportage uiteengezet en worden de aan het onderzoek ten grondslag liggende hypothesen beschreven. In hoofdstuk 2, materiaal en methoden, ligt het accent op een beschrijving van de aard en de beperkingen van de gebruikte gegevens en de toegepaste analyse-methodieken. Voor de wijze van verzamelen van de veldgegevens wordt verwezen naar RIKZ-rapporten. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de lange termijn veranderingen in de Westerschelde, waaronder een gedetailleerdere beschrijving van de morfologische veranderingen door de uitgevoerde verruiming in de jaren 1997 en 1998. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de analyses gepresenteerd, voor niet-broedvogels, broedvogels en de groei van visdiefkuikens. In de tekst ligt het accent op het toelichten van significante ontwikkelingen in het licht van de MOVE-hypothesen in hoeverre effecten zijn opgetreden ten gevolge van de verruiming. In hoofdstuk 5 worden de resultaten in een breder kader geplaatst en wordt ingegaan op de vraag in hoeverre op basis van de resultaten de hypothesen uit hoofdstuk 1 bevestigd of verworpen kunnen worden.

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting	7
1 Inleiding.....	11
1.1 Algemeen.....	11
1.2 Doelstelling.....	11
1.3 Uitgangspunten	13
1.3.1 Te analyseren soorten	13
1.3.2 Begrenzing gebied	13
2 Materiaal en methoden	15
2.1 Beschikbare gegevens.....	15
2.2 Statistische analyse	16
3 Beschrijving Westerschelde	21
3.1 Inleiding.....	21
3.2 Algemene beschrijving Westerschelde.....	21
3.3 Lange termijn veranderingen in de morfologie	22
3.4 Fysische veranderingen voor en tijdens /na de verruiming.....	23
3.4.1 Fysische veranderingen lange termijn voor de verruiming, volgens Parée 2002.....	23
3.4.2 Fysische veranderingen van platen en slikken tijdens /na de verruiming, volgens Parée & Dekker 2002.....	23
3.4.3 Fysische veranderingen onder de waterlijn tijdens /na de verruiming, volgens Parée & Dekker 2002.....	25
3.5 Andere relevante (lange termijn) veranderingen	26
4 Resultaten.....	31
4.1 Inleiding.....	31
4.2 Niet-broedvogels.....	31
4.2.1 Grauwe gans.....	31
4.2.2 Bergeend	32
4.2.3 Smient.....	33
4.2.4 Pijlstaart.....	34
4.2.5 Scholekster	35
4.2.6 Kluut.....	38
4.2.7 Bontbekplevier	38
4.2.8 Strandplevier	40

4.2.9	Zilverplevier	41
4.2.10	Kanoetstrandloper	43
4.2.11	Drieteenstrandloper	45
4.2.12	Bonte strandloper	47
4.2.13	Rosse grutto	49
4.2.14	Wulp	51
4.2.15	Tureluur	51
4.2.16	Steenloper	52
4.3	Vogelaantallen in de Westerschelde ten opzichte van de overige Zoute Delta gebieden	54
4.4	Trends van niet-broedvogels gerelateerd aan fysische veranderingen van de platen in verschillende deelgebieden in de Westerschelde	57
4.4.1	Inleiding	57
4.4.2	Verwachte effecten van veranderingen in droogligtijd van platen	57
4.5	Trends broedvogels	72
4.6	Conditie van jonge visdieven	75
4.6.1	Inleiding	75
4.6.2	Leeftijdsbepaling	75
4.6.3	Betrouwbaarheid van kopsnavellengte als leeftijdsschatter	76
4.6.4	Factoren die variatie in kopsnavellengte bepalen	78
4.6.5	Vleugellengte als maat voor leeftijd	79
4.6.6	Conditie-index	80
4.6.7	Factoren van invloed op de conditie van jonge visdieven	81
5	Discussie	85
6	Conclusies en aanbevelingen	89
7	Literatuur	93

Samenvatting

Het RIKZ heeft Bureau Waardenburg opdracht gegeven een nadere analyse uit te voeren van de effecten op vogels van de vaargeulverruiming in de Westerschelde op basis van telgegevens van watervogels en biometrische gegevens van opgroeiende visdiefkuikens in de Westerschelde. Hierbij dienden relaties met hydrologische, morfologische en ecologische veranderingen gelegd te worden. Deze opdracht sluit aan bij een eerste verkenning van de ontwikkelingen bij watervogels in de Westerschelde in relatie tot de vaargeulverruiming 48'-43' (Tulp *et al.* 2001). De baggerwerkzaamheden voor de (2^{de}) verruiming zijn tussen juli 1997 en juli 1998 uitgevoerd.

In het rapport 'MOVE-plan-van-aanpak 2' zijn hypothesen geformuleerd over de mogelijke effecten van de vaargeulverdieping op vogels. Deze hebben betrekking op de functie van de Westerschelde als broed-, rui- en foerageergebied van vogels. De in de hypothesen vermelde verwachte veranderingen zijn getoetst aan de aantallen in de Westerschelde verblijvende vogels en aan de conditie van jonge visdieven. Hierbij is gekeken naar trends bij overwinterende en doortrekkende watervogels (rust- en foerageerfunctie) en trends in aantallen broedparen sterns (drie soorten), evenals naar de groei van visdiefkuikens in verschillende kolonies in het gebied (broedfunctie).

Ondanks beperkingen van de in deze rapportage gepresenteerde analyses, kan toch een aantal conclusies getrokken worden ten aanzien van effecten van de verruiming op vogels. In het algemeen geldt dat veel aantalsontwikkelingen bij zowel broedende sterns, als ruiende bergeenden als overwinterende en doortrekkende watervogels vooral verklaard worden door grootschalige populatie ontwikkelingen, effecten van streng winterweer en daarnaast een aantal onbekende variërende lokale factoren. De verruiming lijkt geen invloed te hebben gehad op de aantalsontwikkelingen bij deze soortsgroepen. De oorzaak voor de toename in vogelaantallen moet vooral buiten de Westerschelde gezocht worden en heeft niets te maken met veranderingen binnen de Westerschelde. Hier zijn enkele uitzonderingen op aan te geven, waaronder met name voor de scholekster, waarvoor kokkels als voedselbron een grote rol spelen bij het aantalsverloop. Daarnaast is in recente jaren een relatief slechte conditie van visdiefkuikens vastgesteld, maar het was niet mogelijk een verband te leggen met effecten van de verruiming. Duidelijk is wel dat weersomstandigheden een belangrijke rol spelen.

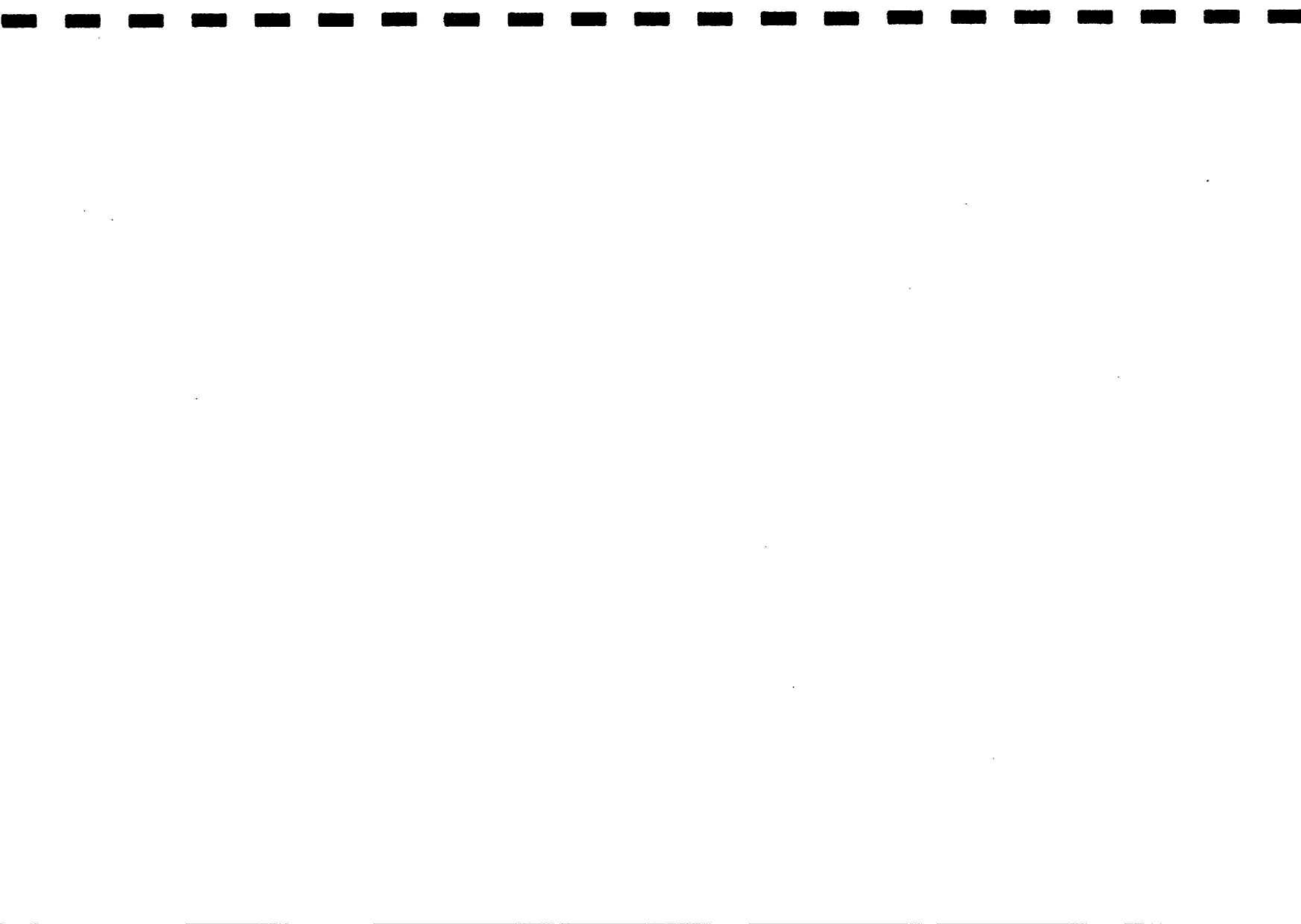
Bij het op een rij zetten van informatie over morfologische veranderingen in de Westerschelde tijdens en na de verruiming is aan het licht gekomen dat duidelijk lange termijn veranderingen plaatsvinden (die mogelijk in de toekomst effecten zouden kunnen gaan hebben voor vogels), zoals veranderingen in arealen platen, slikken en ondiep water. In de analyse werd echter geen verband gevonden tussen deze gemeten morfologische veranderingen en de aantalsontwikkelingen van vogels. Aangezien de morfologische veranderingen in de Westerschelde wel structureel zijn, is dit een fenomeen waar in de nabije toekomst meer aandacht aan besteed dient te worden, omdat ze effect kunnen gaan hebben op vogels.

Voor de analyse van aantalsontwikkelingen van watervogels is gebruik gemaakt van GAM, (Generalized Additive Modelling) een 'trend-analyse-tool'. Het principe van de analyse berust op het gebruik van een 'smooth-function', een soort lopend

gemiddelde waarmee met een geleidelijke lijn een trend wordt weergegeven. Daarnaast is GAM gebruikt om op subtiële wijze veranderingen in de trendmatige ontwikkelingen op te sporen, waarbij volgens de methode van Fewster *et al.* (2000) buigpunten worden aangetoond. De voor dit project geschreven procedure in GENSTAT kan in de toekomst verder uitgebreid worden met andere parameters, waarmee de mogelijkheid bestaat om bijvoorbeeld maand als cofactor mee te nemen in een analyse.

Bij de analyses van vogels in relatie tot fysische en biotische parameters is aangelopen tegen het probleem dat de schaal waarop gegevens van vogels en van andere factoren zoals fysische en ecologische parameters worden verzameld in huidige monitoring programma's, te sterk verschilt om een goede analyse mogelijk te maken. De relaties tussen aantallen vogels en foerageergebieden zijn niet eenduidig, omdat de beschikbare telgegevens vogels betrekking hebben op vogels op rustplaatsen tijdens hoogwater. Het gebiedsgebruik door vogels van bepaalde platen kan daarmee moeilijk gerelateerd worden aan fysische en ecologische factoren. Aanbevolen wordt om naast het bestaande monitoring-programma gericht en met een gedegen opzet veldonderzoek uit te voeren.

Ook is een uitgebreide analyse gedaan van het gebruik van de verhouding tussen gewicht en kopsnavellengte als maat voor conditie bij jonge visdieven. Het gebruik van kopsnavellengte als maat voor de leeftijd bij de analyse van conditie bij jonge visdieven leveren goede resultaten op. Opname in het monitoringsonderzoek van bepaling van zowel de kopsnavellengte als het gewicht van de jongen, levert een geschikte methode om de conditie van de jongen te bepalen. Er wordt dan ook aanbevolen om hiermee door te gaan teneinde het reilen en zeilen van de visdief als toppredator in de Westerschelde op nauwe voet te kunnen blijven volgen. Ook bij deze soortgroep (visetende vogels) is aanvullend, gedegen veldonderzoek noodzakelijk om effecten van veranderingen in de Westerschelde beter te verklaren en/of in te schatten.



1 Inleiding

1.1 Algemeen

Rijkswaterstaat is mede verantwoordelijk voor het beheer van de ecosystemen in het Delta- en Waddengebied. Watervogels vormen daarin een belangrijk onderdeel en vertegenwoordigen een grote natuurwaarde. Hoewel natuurlijke processen in het Deltagebied en Waddengebied domineren, speelt menselijke invloed een belangrijke rol. Zo kunnen baggeren en andere menselijke activiteiten effecten hebben op het voorkomen en de verspreiding van vogelsoorten.

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee is door Directie Zeeland van Rijkswaterstaat verzocht een adviesrapportage te leveren in het kader van de 48'-43' verruiming van de vaargeul in de Westerschelde. Eén van de onderdelen hiervan bestaat uit de beschrijving van de effecten op het voorkomen van vogels, in het bijzonder de rust-, broed- en foerageerfunctie van het gebied.

Het RIKZ heeft Bureau Waardenburg opdracht gegeven een nadere analyse uit te voeren van de effecten op vogels van de vaargeulverruiming in de Westerschelde op basis van telgegevens van watervogels in en langs de Westerschelde. Hierbij dienen relaties met hydrologische, morfologische en ecologische veranderingen gelegd te worden. Deze opdracht sluit aan bij een eerste verkenning van ontwikkelingen bij watervogels in de Westerschelde in relatie tot de vaargeulverruiming 48'-43' (Tulp *et al.* 2001). Een nadere analyse van de ontwikkelingen bij watervogels in de Westerschelde in relatie tot deze vaargeulverruiming is nu mogelijk omdat gegevens betreffende hydrologische en morfologische veranderingen die ten gevolge van de vaargeulverruiming beschikbaar zijn gekomen. Bij de analyse van ontwikkelingen bij watervogels wordt gekeken naar trends bij overwinterende en doortrekkende watervogels (rust- en foerageerfunctie) en trends in aantallen broedparen sterns (drie soorten) en de groei van visdiefkuikens in verschillende kolonies in het gebied (broedfunctie). Inmiddels zijn twee extra seizoenen met vogelgegevens beschikbaar die bij deze nadere analyse aan de reeds eerder bewerkte reeks zijn toegevoegd.

1.2 Doelstelling

Het project is gericht op het voorzien in de informatiebehoefte bij de Directie Zeeland van Rijkswaterstaat aangaande de volgende onderwerpen:

- Een verkenning van de mogelijke effecten van de vaargeulverruiming op broed- en niet-broedvogels op basis van de hypothesen uit het MOVE-rapport 2 (zie verder);
- Update en uitbreiding van de trendanalyses betreffende het voorkomen van watervogels in de Westerschelde gebruik-makend van de dataset 1987/1988 tot en met periode 2001/2002;
- Multiële analyses om mogelijk causale verbanden tussen abiotiek/ voedsel-voorkomen en aantalsontwikkeling van watervogels in beeld te brengen;

- Update van de onderzoeksresultaten omtrent de conditie van jonge visdieven in kolonies langs de Westerschelde aangevuld met een statistische onderbouwing van de resultaten.

De analyse van de mogelijke effecten van de verruiming is verricht op basis van gegevens over aantallen en verspreiding van vogels. Hierbij wordt een koppeling gemaakt met gegevens over ecologische en fysische factoren van het gebied die thans beschikbaar zijn.

In het rapport MOVE-plan-van-aanpak 2 (Anonymus z.j.) zijn de onderstaande hypothesen geformuleerd over de mogelijke effecten van de vaargeulverdieping. Deze hebben betrekking op de functie van de Hooge Platen als broed- en ruigebied en de foerageermogelijkheden van steltlopers en visetende zichtjagers. De in de hypothesen vermelde verwachte veranderingen in foerageermogelijkheden zullen getoetst worden op basis van eventuele veranderingen in aantallen in het (deel)gebied verblijvende vogels.

Hooge Platen

- De vogelfunctie van de Hooge Platen voor de sterns (broedgebied) en de bergeenden (ruigebied) zal niet verminderen.

Steltlopers

- De foerageermogelijkheden voor de steltloperpopulatie zullen in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% toenemen.
- De foerageermogelijkheden voor de steltloperpopulatie zullen in het midden deel van de Westerschelde met ca. 20% toenemen.
- De foerageermogelijkheden voor de steltloperpopulatie zullen in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% toenemen.

Visetende vogels

- De foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (visdieven, dwergsterns) zullen in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen.
- De foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (visdieven, dwergsterns) zullen in het midden deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen.
- De foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (visdieven, dwergsterns) zullen in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 15% afnemen.
- De foerageermogelijkheden voor de grote stern in het westelijk deel van de Westerschelde zullen niet worden aangetast door de verdiepingswerken.

1.3 Uitgangspunten

1.3.1 Te analyseren soorten

In de analyse van effecten zijn 16 soorten niet-broedvogels betrokken en 3 broedvogelsoorten (3 soorten sterns). Deze selectie is afgeleid van de volgende criteria:

- De soort staat vermeld in bijlage 1 van de Vogelrichtlijn;
- Regelmatig komt 1% of meer van de biogeografische populatie in en langs de Westerschelde voor;
- Regelmatig komt 1% of meer van de West-Europese broedpopulatie in en langs de Westerschelde als broedvogel voor.

Een overzicht van de geselecteerde soorten is te vinden in tabel 1.1.

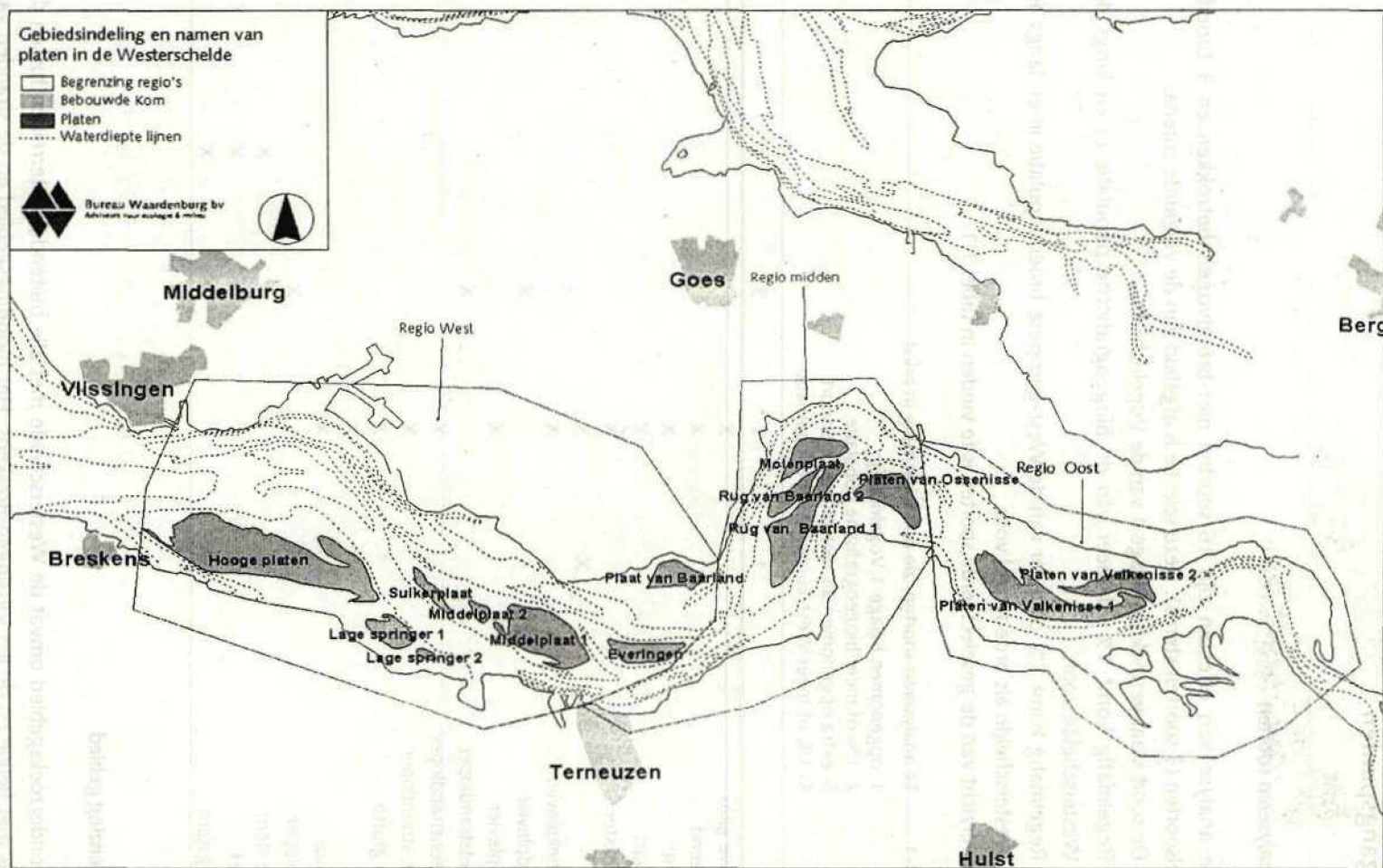
Tabel 1.1. Te analyseren soorten, zie ook toelichting in tekst.

1. opgenomen bijlage 1 Vogelrichtlijn
2. 1% of meer biogeografische populatie
3. extra opgenomen als niet-broedvogelsoort
4. 1% of meer West-Europese broedpopulatie

	1	2	3	4
grauwe gans		X		
bergeend		X		
smient		X		
pijlstaart		X		
scholekster		X		
kluut	X	X		
bontbekplevier		X		
strandplevier			X	
zilverplevier		X		
kanoetstrandloper			X	
drieteenstrandloper		X		
bonte strandloper		X		
rosse grutto		X		
wulp		X		
tureluur		X		
steenloper			X	
grote stern	X			X
visdief	X			X
dwergstern	X			X

1.3.2 Begrenzing gebied

Het onderzoeksgebied omvat de Westerschelde met alle buitendijkse terreinen tussen de grens met België en de lijn Vlissingen-Breskens. Het mondingsgebied en de stranden van Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen vallen er dus buiten. Voor een aantal soorten, die ook deels binnendijs overtijnen, worden tijdens de tellingen ook de aangrenzende dijken en enkele binnendijske gebieden meegenomen. In het onderzoeksgebied worden drie deelgebieden onderscheiden: west, midden en oost (figuur 1.1).



Figuur 1.1 Locatie en benaming van platen in de Westerschelde met de indeling naar deelgebieden (west, midden en oost).

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschikbare gegevens

De rapportage is gebaseerd op gegevens van tellingen en inventarisaties zoals deze door of in opdracht van het RIKZ zijn verzameld in de periode 1987/1988-2001/2002. Hiervan hebben de eerste tien jaar betrekking op de periode vóór de verdieping en de laatste vijf jaar op de periode van uitvoering na de verdieping.

In deze rapportage zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Niet-broedvogels: de maandelijkse tellingen tijdens hoogwater, uitgevoerd door of in opdracht van het RIKZ in het kader van het MWTL (zie figuren in de bijlagen A voor telvak-indeling en op een hoger niveau de telcluster-indeling van deze individuele telvakken);
- Broedvogels: de jaarlijkse tellingen van sterns, uitgevoerd door of in opdracht van het RIKZ in het kader van het MWTL;
- Visdieven: de biometrische gegevens van jonge visdieven in verschillende kolonies in de Westerschelde;

Door het RIKZ is een dataset beschikbaar gesteld met diepte gegevens van de gehele Westerschelde (1988-1996 1x/2 jr, 1996-2001 jaarlijks) op basis van een grid van 100 x 100 m. Daarnaast waren de volgende gegevens beschikbaar: een dataset met de gemiddelde hoog- en laagwaterstanden en een dataset (*gridkaart*) met de overschrijdingsfrequentie van de overspoeling per cel (o.a. stormeffecten). De combinatie van deze datasets is gebruikt om de droogligtijd en de veranderingen van platen en slikken te bepalen.

Berekening van de droogligfrequentie van platen

Voor de berekening van de droogligduur van platen in de Westerschelde over de periode 1990-2001 zijn in principe gedetailleerde getijcurves per deelgebied voor de gehele periode nodig. Een schatting hiervan kan ook verkregen worden door gebruik te maken van kaarten met gemiddeld hoogwater, gemiddeld laagwater en met de bodemdiepte. Met behulp van deze kaarten (tweejaarlijkse gegevens tussen 1988 en 1996, vervolgens jaarlijkse gegevens tot en met 2001) is voor elke periode en locatie het absolute verschil (dh) tussen gemiddeld hoogwater en bodemdiepte uitgerekend. Vervolgens kan de droogligfrequentie (df) berekend worden als de verhouding tussen het absolute verschil tussen gemiddeld hoogwater en de bodemdiepte en het absolute verschil tussen gemiddeld hoog- (gh) en laagwater (gl):

$$df = dh / \text{abs}(gh - gl)$$

Dit levert een benadering op van de werkelijke droogligduur op een locatie en wordt ter onderscheid daarom aangeduid met droogligfrequentie. Er wordt hier vanuit gegaan dat de verandering van laag naar hoog water volgens een lineair verband verloopt en niet volgens een sinusoïde curve. Dit heeft tot gevolg dat vooral de droogligfrequenties rond

het hoogste en laagste punt van de getijcyclus wat zullen afwijken van de werkelijke droogligduur. De tussenliggende droogligfrequenties zullen bij benadering kloppen, omdat dit traject tussen hoog en laag water ook bij een sinusoïde getijcurve lineair is.

Voor de berekeningen van de veranderingen in de droogligtijd is de volgende berekeningswijze gehanteerd. Per gridcel is berekend wat de droogligfrequentie is, waarbij een klasse-indeling van 10% is gehanteerd. Een gridcel met de klasse-indeling 90-100% krijgt als gemiddelde waarde 95%. Dit betekent dat de gridcel 95% van de tijd droog ligt. Vervolgens is per platencomplex een gewogen droogligtijd berekend door per klasse het aantal gridcellen te vermenigvuldigen met de droogligfrequentie. De subtotalen van alle klassen zijn opgeteld en tenslotte gedeeld door het aantal gridcellen. Deze berekening is voor de verschillende jaren verricht, waarvoor hoogtegegevens beschikbaar waren. Op deze wijze kunnen veranderingen in de droogligtijd van de verschillende platencomplexen berekend worden. Niet altijd was voor de complete platencomplexen de hoogteligging bekend. Indien gegevens uit een jaar of meerdere jaren ontbraken is alleen gebruik gemaakt van die delen, waarvoor uit alle jaren gegevens bekend waren (Hooge Platen, Middelpaalt, Plaat van Baarland, Plaat van Ossensisse (deelplaat 2)).

2.2 Statistische analyse

Opzet van analyses aantalsontwikkelingen

De hypothesen uit MOVE 2 worden getoetst aan de hand van 15 jaar telgegevens voor 16 niet-broedvogelsoorten en 24 jaar telgegevens voor 3 broedvogelsoorten (sterns). In de hypothesen zijn de effecten van de verdieping verwoord in termen van foerageermogelijkheden (in % verandering). Uitgangspunt voor de hieronder toegelichte opzet van de analyse is dat dergelijke veranderingen zich zullen vertalen in veranderingen in aantallen vogels. Bij deze analyse waren gegevens voorhanden (beschikbaar gesteld in de vorm van rapporten van het RIVO) van fysische parameters uit het onderzoeksgebied zoals veranderd areaal slik, veranderd areaal ondiep water, overstromingsduur, bodem-samenstelling en het voorkomen van twee soorten ingegraven schelpdieren te weten kokkels en nonnetjes. Onderzocht is of veranderingen in vogelaantallen en andere genoemde parameters van vogels te relateren zijn aan de verschillende, bovengenoemde factoren, met behulp van general linear models (*i.e.*, een regressie-techniek op basis van algemene lineaire modellen waarin effecten van kwalitatieve variabelen (factoren) kunnen worden toegevoegd). Hierbij ligt de nadruk op eventuele trendbreuken tussen de 10 jaar voor de ingreep en de 5 jaar tijdens/na de ingreep.

Naast eventuele effecten van de verdieping van de Westerschelde, zijn ook effecten van strenge winters en trendmatige veranderingen in populaties te verwachten. Deze effecten komen mogelijk in de aantallen pleisterende of broedende vogels tot uitdrukking. Om een eventueel effect van de verdieping zichtbaar te maken dient eerst voor andere effecten gecorrigeerd te worden. Aangezien de getelde aantallen een weerspiegeling zijn van verschillende effecten kunnen de verschillen tussen jaren en tussen deelgebieden aanzienlijk zijn.

Trendanalyse door middel van Generalized Additive Modelling

Voor het beschrijven van trends en het opsporen van trendbreuken is gebruik gemaakt van de Generalized Additive Modelling (GAM) methode zoals uitgewerkt en op een heldere wijze gepresenteerd door Fewster *et al.* (2000).

Met behulp van GAM-analyse is voor elke soort een samenvattende trend berekend. Hierbij zijn afhankelijk van de soort de zes telclusters gebruikt om tot één samenvattende trend voor de gehele Westerschelde te komen. Op basis van de GAM-analyse wordt een abundantie-index (AI) berekend. Hierbij wordt de abundantie in het eerste onderzoeksseizoen op indexwaarde 1 gesteld. Aantallen in alle daarop volgende seizoenen worden relatief ten opzichte van dit eerste seizoen weergegeven. Vervolgens wordt een trend gefit, die vergelijkbaar is met een lopend gemiddelde. Door uitbreiding van de 'smooth-function' kan de 'fit' strakker worden (beter passen bij de data). In het Engels heet dit proces 'degrees of smoothing' of in statistische termen 'degrees of freedom', vrij vertaald in het Nederlands 'het niveau van vervlakking' (bij een hoge n) of het aantal vrijheidsgraden. Bij de huidige analyses is de 'fit' met zowel 6 (AI6) als 10 (AI10) vrijheidsgraden uitgevoerd. Zes vrijheidsgraden komt overeen met het aanbevolen aantal vrijheidsgraden in Fewster *et al.* (2000) (0,3 maal het aantal onderzoeksjaren). Een fit met 10 vrijheidsgraden is uitgevoerd om het onderliggende patroon van het meest dominante telcluster zichtbaar te maken (te beschouwen als het kerngebied binnen de Westerschelde).

De mogelijkheid om een smooth-functie te gebruiken voor het beschrijven van een trend is de reden waarom hier gekozen is voor GAM-analyse. Met name bij soorten die fluctuerende aantalsontwikkelingen kennen, heeft het gebruik van alternatieve bewerkingswijzen niet geleid tot bevredigende resultaten. Problemen bij het gebruik van bijvoorbeeld lineaire trends is dat de laatste jaren in een telreeks een dominante rol spelen bij de berekening van een overall-trend. Ook het gebruik van een programma als TRIM, waarbij knikpunten aangegeven kunnen worden en wat een duidelijke vooruitgang in de mogelijkheden van trendanalyse bleek, had zijn nadelen. Bij deze methode bleek dat door het strikte gebruik van significanties het selecteren van een model met verschillende knikpunten niet gemakkelijk was. Op basis van statistische argumenten moesten interessante patronen weg geselecteerd worden, waarbij uiteindelijk dikwijls de resulterende trendbenadering veel weg had van een lineaire benadering. GAM is gebruikt om op subtiele wijze veranderingen in de trendmatige ontwikkelingen op te sporen. Het betreft hier de analyse techniek om buigpunten aan te tonen (volgens Fewster *et al.* 2000). Hiertoe wordt voor elk jaar de tweede afgeleide van de smooth-functie berekend, welke een omslag in de richting van de smooth-functie aangeeft. Wanneer de tweede afgeleide significant afwijkt van nul, treedt een significante verandering in de richting van de smooth-functie en dus in de populatie-trend op. De aanname hierbij is dat een omslag van de trend gericht de veranderingen in de populatie aangeeft dan een piek of dal in de trend. Juist de omslag is van belang omdat deze het moment aangeeft dat de populatiegroei toe- of afneemt. GAM kan dus als

instrument gebruikt worden om datasets op trendveranderingen te onderzoeken. Zo is GAM in dit rapport gebruikt.

Belangrijk is dat evenals bij TRIM bij het gebruik van GAM voldaan wordt aan de voorwaarde van onafhankelijke waarnemingen in steekproefgebieden. Feitelijk wordt aan deze voorwaarde niet voldaan in de dataset van de Westerschelde. De telgegevens van vogels van de Westerschelde zijn te beschouwen als een integrale telling, waarbij geen sprake is van steekproefgebieden. In verband met uitval van tellingen is het totaal aantal telgebieden teruggebracht tot 6 telclusters. Eventueel ontbrekende tellingen van telvakken binnen deze telclusters zijn door middel van een imputing-exercitie door het RIKZ ingevuld. Daarmee is bij de gebruikte gegevens sprake van een onderlinge afhankelijkheid in het voorkomen van soorten in de verschillende deelgebieden. Bij de analyses wordt echter aangenomen dat deze afhankelijkheid niet bestaat.

Statistische eigenschappen van vogelaantallen en bijbehorende statistische modellen

Resultaten van vogeltellingen zijn over het algemeen niet-normaal verdeeld. De beste benadering voor de verdeling is in principe een Poisson-verdeling. Het kenmerk van 'Poisson-verdeelde' gegevens is dat de variantie evenredig is met het gemiddelde, dus hoe hoger het gemiddeld aantal des te groter de spreiding. Bij vogels kan deze relatie sterker zijn, vooral onder soorten die sterk geclusterd in een landschap verblijven. Dit geldt met name voor overtuigende vogels die zich op hoogwatervluchtplaatsen concentreren. Vooral grote aantallen (groepen) komen dan vaker voor dan op grond van een Poisson-verdeling verwacht mag worden; dit wordt aangeduid met overdispersie. Methoden waarbij de mogelijkheid bestaat om rekening te houden met de verdeling van de gegevens zijn de gegeneraliseerde lineaire modellen (GLM's; McCullagh & Nelder 1989). Voor Poisson-verdeelde gegevens wordt binnen deze groep van modellen gekozen voor een loglineaire regressie. Het voordeel van deze analyse ten opzichte van het log-transformeren van de aantallen is dat de verwachtingswaarde van de respons (en niet de respons zelf) getransformeerd wordt (Oude Voshaar 1995). Bovendien kan rekening worden gehouden met mogelijke overdispersie.

Gebruik van REML (Residual Maximum Likelihood) bij factoronderzoek

Bij de uitgevoerde analyses is de schaal waarop de verschillende verklarende factoren beschikbaar zijn bepalend voor de mogelijkheid analyses uit te voeren. Dit geldt zowel in ruimtelijke zin (bekken-, deelgebied-, telvakniveau) als in temporele zin (jaar, seizoen, maand, week, dag). Vanuit statistisch oogpunt moet namelijk rekening gehouden worden met zogenaamde 'pseudoreplicatie' binnen een analyse (pseudoreplicatie treedt bijvoorbeeld op als een factor herhaaldelijk wordt meegenomen in een analyse, zoals bijvoorbeeld het geval is bij bodemsamenstelling, waarvan de gegevens alleen op bakkenniveau beschikbaar zijn, en dat als factor getoetst wordt op effecten op vogelaantallen, die op telvakniveau beschikbaar zijn). Wanneer geen rekening wordt gehouden met deze pseudoreplicatie wordt te snel een significant effect van factoren gevonden. In een REML (Residual Maximum Likelihood) analyse kan rekening worden gehouden met factoren die op een verschillende schaal zijn gemeten (Goedhart & Thissen 2002). Voor het uitvoeren van deze analyses is gebruik gemaakt van het

softwarepakket GENSTAT Versie 6 (Genstat Committee of the Statistics Department 2000, IACR-Rothamsted).

Analyse van de conditie van jonge visdieven

Teneinde een uitspraak te kunnen doen over de conditie van jonge visdieven in de Westerschelde, zijn de beschikbare metingen beschreven met een logistische groeicurve, met als doel afwijkingen in groeisnelheden te onderzoeken (verschillen in conditie). Om te komen tot een conditie-index is op basis van de gemiddelde groeicurve per meting de afwijking van het gewicht tot de groeicurve (=verwachte waarde) bepaald. Dit verschil is vervolgens gedeeld door de verwachte waarde en vermenigvuldigd met 100. Vervolgens is met behulp van multiële lineaire regressie onderzocht welke factoren (bv. weersomstandigheden, jaar, gebied) een statistisch significante invloed hadden op de conditie van de kuikens.

3 Beschrijving Westerschelde

3.1 Inleiding

Bij onderstaande beschrijving is gebruik gemaakt van relevante informatie over de Westerschelde weergegeven in de studie van Witte (2002). Verwachtingen en effecten van de verruiming worden beschreven aan de hand van informatie uit rapporten die verschenen zijn in het kader van het project ZEEMOVE (Parée & Dekker 2002, Parée 2002). In hoofdstuk 4 vindt een nadere analyse plaats van areaal veranderingen van platen (met onderscheid naar verschillende droogligtijden, van belang voor met name op bodemdieren foeragerende steltlopers en andere watervogels) en ondiepe waterpartijen (mogelijke van belang voor visetende soort als de visdief).

3.2 Algemene beschrijving Westerschelde

De Westerschelde vormt een onderdeel van het Deltagebied in Zuidwest-Nederland en bestrijkt een gebied van 30.930 ha. De Westerschelde wordt gekenmerkt door een zoutgradiënt van brak op de Belgisch-Nederlandse grens tot zout in de monding.

In de tekst worden de volgende definities gehanteerd:

Geulen	buitendijkse gebieden dieper dan NAP -5m;
Ondiep water	buitendijkse gebieden gelegen tussen NAP -2 m en NAP - 5 m;
Platen	onbegroeide buitendijkse gebieden hoger gelegen dan NAP -2 m en niet grenzend aan oevers;
Slikken	buitendijkse gebieden hoger gelegen dan NAP -2 m, niet begrpoeid en grenzend aan oevers;
Schorren	begroeide buitendijkse gebieden hoger gelegen dan NAP -2 m. De begroeiingsgrens is vaak een steilrand. Indien geen steilrand aanwezig is wordt als grens een bedekkingspercentage van 50% aangehouden.

De Westerschelde wordt gekenmerkt door zandplaten (4.930 ha), slikken (3.330 ha), schorren (2.540 ha) en ondiep water (3.170 ha), die doorsneden worden door twee diepe hoofdgeulen. Eén van deze diepe geulen vormt de hoofdvaargeul voor scheepvaart naar de haven van Antwerpen. Door invloed van getijdenstroming zijn kleine nevengeulen ontstaan. Het totale geuloppervlak beslaat 16.960 ha (Huijs 1995).

In bijlage 1 wordt een geografische overzichtskaart van de Westerschelde weergegeven met namen van de belangrijkste platen, slikken en schorren. Op de zuidoever bevindt zich "Het Verdrongen Land van Saeftinge", één van de grootste brakwaterschorren van Europa.

3.3 Lange termijn veranderingen in de morfologie

In het algemeen kan gesteld worden dat veel veranderingen in de morfologie van de Westerschelde erop wijzen dat de zandhuishouding niet meer wordt gestuurd door natuurlijke processen, maar door menselijke ingrepen in de geometrie van het systeem (Vroon *et al.* 1997). Als op een grotere tijdschaal wordt gekeken, dan wordt dit direct duidelijk, aangezien vroeger de Westerschelde een veel groter oppervlak besloeg met grote zijarmen, zoals de Braakman, Sloe en Ossendrecht, die door inpoldering zijn verdwenen. In de laatste tweehonderd jaar zijn ruim 15.000 ha schorren, slikken en ondiep water omgezet tot landbouwgrond of binnendijks natuurgebied (Vroon *et al.* 1997).

De ontwikkelingen in de morfologie van de Westerschelde heden ten dage zijn enerzijds voor een deel nog steeds toe te schrijven aan de inpolderingen uit het verleden (Vroon *et al.* 1997), anderzijds vinden er actief menselijke ingrepen plaats die ook van invloed zijn op het systeem. Overigens wordt er al sinds 1900 in de Westerschelde gebaggerd om de vaargeul richting Antwerpen op diepte te houden voor de scheepvaart. De verruiming in 1997/1998 is één van de recentere ingrepen in het gebied. Recentelijk is het totale oppervlak van de Westerschelde met nog eens 4% afgenomen door inpoldering en havenaanleg in de periode 1960–1990.

In tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van het areaal aan schorren, slikken, ondiepe watergebieden, platen en geulen in de Westerschelde in 1960 en 1990 en wordt tevens een prognose gegeven voor 2015. In de komende 25 jaar zal naar verwachting 60 ha aan schorren, 40 ha aan slikken en 370 ha aan ondiep watergebied verloren gaan (Vroon *et al.* 1997). Het areaal aan slikken is de laatste zeventig jaar door de vele inpolderingen en dijkverzwaringen aanzienlijk afgenomen. Doordat in de periode 1931–1950 grootschalige aanplant van Engels slijkgras plaatsvond, nam het schor-areaal toe tot 5.690 ha in 1950. Sindsdien is het schor-areaal weer sterk afgenomen, zodat de huidige omvang nagenoeg gelijk is aan die van 1931 (Eertman 1997).

Tabel 3.1 Areaal aan schorren, slikken, ondiepe watergebieden, platen en geulen in de Westerschelde (ha) in 1960, 1990 en de verwachte verandering tot 2015 (Huijs 1995, Vroon *et al.* 1997, Eertman 1997).

	1960	1990	Prognose voor 2015
schorren	3.250	2.540	2.480
platen	4.480	4.930	5.150
slikken	4.260	3.330	3.290
ondiep water	4.450	3.170	2.800
geulen	16.160	16.960	17.210
totaal Westerschelde	32.870	30.930	30.930

In het intergetijdengebied is de oppervlakte slibrijke gebieden van belang, omdat dit biotoop potentieel het rijkst is aan bodemdieren. Het oppervlak aan slibrijke gebieden is sinds 1935 afgenomen van 2.390 ha tot 1.100 ha in 1990. Ook het oppervlak aan ondiep water, opgroeigebied voor jonge vissen en garnalen, is sterk afgenomen (Huijs 1995).

3.4 Fysische veranderingen voor en tijdens /na de verruiming

3.4.1 Fysische veranderingen lange termijn voor de verruiming, volgens Parée 2002

De baggerwerkzaamheden voor de (2^{de}) verruiming zijn tussen juli 1997 en juli 1998 uitgevoerd. Daarna heeft uiteraard nog permanent onderhoudsbaggerwerk plaatsgehad.

Geulen

Het volume van de geulen in de Westerschelde (waterinhoud onder NAP -2m) neemt in zijn totaliteit toe. Deze inhoudstoename is het grootst in de hoofdgeul van het midden en oostelijk systeemdeel. Het areaal van de geulen neemt ook toe. Tot de tweede verruiming 48'-43' komt er in het oosten van de Westerschelde gemiddeld per jaar ca. 1 procent geul bij.

Ondiep water

Het areaal ondiep water in de Westerschelde neemt sinds 1960 per jaar met gemiddeld ruim 1% af. Zowel in het midden als in het oosten is deze negatieve trend waarneembaar. In het westelijk deel zijn de arealen ondiep water voor de verruiming nauwelijks veranderd.

Platen

De inhoud van de platen in de Westerschelde neemt per jaar gemiddeld met ca. 0,1 procent toe. Het areaal platen neemt echter met ca. 0,1 procent per jaar af, wat duidt op ophoging van de platen.

3.4.2. Fysische veranderingen van platen en slikken tijdens /na de verruiming, volgens Parée & Dekker 2002

De veranderingen van platen en slikken zijn met name van belang voor foeragerende steltlopers en soorten als bergeend, pijlstaart en wintertaling.

Areaalontwikkeling platen

Er is een cluster van verschillende hypothesen opgesteld die de ontwikkeling van het areaal aan platen in de Westerschelde beschrijven. Een belangrijke hypothese is dat zowel het areaal platen in het westelijk als in het middendeel van de Westerschelde zal toenemen door de toename van het storten van baggerspecie in het westelijk deel. Het areaal platen in het oostelijk deel van de Westerschelde zal daarentegen afnemen. Dit

komt doordat de verruiming van de geulen in het oostelijk deel leidt tot grotere erosie van de plaatranden.

Het plaatareaal vertoont in het westen in de periode tot ca. 1976 een stijgende trend, waarna deze rond 1977 omslaat in een dalende trend tot op heden. Vanaf ca. 1999 neemt het plaatareaal versneld af. In het midden laat het plaatareaal tot eind jaren '60 een stijgende trend zien, om vervolgens tot ca. 1985 een constante waarde te vertonen. De periode 1986-1994 laat weer een toename in plaatareaal zien. Vanaf 1994 is het plaatareaal in het midden constant. Het plaatareaal in het oosten laat een stijgende trend zien in de periode 1964 tot 1979, waarna het areaal dan tot 1990 een zeer lichte daling vertoont. Na 1990 is het plaatareaal nauwelijks veranderd.

Voor de Westerschelde in zijn totaliteit geldt dat het plaatareaal in de periode 1955-1980 een flinke toename laat zien, waarna tot 1990 een daling inzet. In de periode 1990-1994 is dan weer een lichte toename te zien die weer omslaat in een dalende trend tot op heden. Deze ontwikkeling wordt voornamelijk gestuurd door de afname van het plaatareaal in het westelijk deel van de Westerschelde in diezelfde periode, waarin het plaatareaal in het midden en oosten constant is.

Bodemsamenstelling

De bodemsamenstelling van de Westerschelde is voornamelijk van belang voor het ecologisch functioneren van de Westerschelde. Het voorkomen van bodemdieren wordt ondermeer bepaald door de bodemsamenstelling (slibgehalte). Deze bodemdiergemeenschap is weer een voedselbron voor veel andere dieren, o.a. steltlopers. De hypothese is dat het bodemsediment van platen en slikken in het oostelijk deel van de Westerschelde fijner van samenstelling zal worden. De oorzaak hiervan is het veranderde stortbeleid waardoor meer bagger-specie (met een relatief grote korrel-diameter) naar het westen wordt gebracht, in plaats van gestort in het oosten. Hierdoor is in het oosten minder grof materiaal beschikbaar. Daarnaast is de verwachting dat de samenstelling van het bodemsediment van platen en slikken in het midden en westelijk deel van de Westerschelde niet verandert. Dit komt doordat in het midden en westelijk deel het sediment van nature grover is dan in het oosten. Verhoging van de stortingen in het westen zal daarmee geen verandering voor de sedimentsamenstelling tot gevolg hebben.

Binnen het MOVE project zijn tevens hypothesen opgesteld over veranderingen in de bodemsamenstelling van de verschillende platen, waaronder de Hooge Platen, een van de belangrijkste gebieden voor steltlopers. De verwachting is dat de stortingen die in de Schaar van de Spijkerplaat plaats hebben gevonden geen invloed hebben op de samenstelling van de Hooge Platen, omdat de stortplaats in een diepe geul ten noorden van de Hooge Platen ligt. De stroomrichting is west-oost, zodat geen transport richting Hooge Platen wordt verwacht. Uit metingen blijkt echter dat er op de Hooge Platen sinds oktober 1998, evenals op de Slikken van de Everingen overigens, wel degelijk verfijning van de bodem-samenstelling optreedt.

3.4.3 Fysische veranderingen onder de waterlijn tijdens /na de verruiming, volgens Parée & Dekker 2002

De veranderingen onder de waterlijn, onderverdeeld in drie typen 'wateren' (hoofdgeulen, nevengeulen en ondiep water), zijn mogelijk van belang voor visetende watervogels. Veranderingen in dit type habitat heeft mogelijk consequenties voor een visetende soort als de visdief, waarvan in dit rapport een uitgebreide analyse wordt gepresenteerd van de groei van kuikens.

Areaalontwikkeling ondiep water

Door de toename van de stortingen van baggerspecie wordt verwacht dat in het westen van de Westerschelde grotere en hogere plaatcomplexen ontstaan. Dit zal ten koste gaan van het areaal ondiep water. Deze verwachting geldt ook voor het midden deel van de Westerschelde. Voor het oostelijk deel van de Westerschelde wordt ook een afname verwacht, maar het mechanisme hierachter wordt gevormd door erosie, waardoor de plaatranden steiler worden en ondiep water verloren gaat.

Het areaal ondiep water in het westen vertoont tot ca. 1982 een dalende trend, waarna de arealen een geruime tijd nauwelijks meer aan veranderingen onderhevig zijn. Sinds 1997 neemt het areaal ondiep water in het westen weer toe. In het midden treedt deze dalende trend in de periode vanaf 1974 ook op, waarna de arealen tot 1986 een licht stijgende trend vertonen. In de periode 1986 tot 1996 dalen de arealen weer en vanaf 1998 tot op heden zijn ze constant. Het areaal ondiep water in het oosten vertoont tot halverwege de jaren '60 een stijgende trend, die daarna omslaat in een dalende trend die tot op heden doorzet.

Van het totale areaal ondiep water in de gehele Westerschelde kan gesteld worden dat deze sinds 1955 een dalende trend vertoont, met uitzondering van de periode 1980-1987, die een lichte stijging te zien geeft. Deze dalende trend lijkt in 1997 om te slaan in een stabiele situatie waarbij het totale areaal ondiep water in de Westerschelde ongeveer gelijk blijft.

Areaalontwikkeling geulen

Het volume van de geulen in de Westerschelde neemt in zijn totaliteit toe. Deze inhoudstoename is het grootst in de hoofdgeul van het midden en oostelijk systeemdeel. Het areaal van de geulen neemt ook toe. Tot de verruiming 48'-43' neemt in het oosten van de Westerschelde het geulareaal gemiddeld per jaar met 1% toe.

De verwachting was ondanks de algemeen toenemende trend dat het areaal geulen specifiek in het westelijk deel van de Westerschelde ten gevolge van de verruiming gelijk zou blijven. De trend zou worden tegengewerkt door stortingen in dit gebied. Verwacht werd dat er daardoor netto geen verandering zou optreden. Doordat de drempels in het oosten zullen worden verlaagd, zou dit tot een toename van het getijvolume leiden. De geul zou zich daardoor gaan verruimen totdat er een nieuw evenwicht wordt bereikt. Het areaal geulen in het oostelijk deel van de Westerschelde zou daarmee toenemen.

Uit metingen blijkt dat het areaal geulen in de gehele Westerschelde een sterk stijgende trend vertoont vanaf 1985 tot heden (stijging van bijna 4% in de periode 1985-2001). Het areaal geulen in het midden vertoont vanaf 1986 tot op heden een stijging. Hetzelfde geldt voor het areaal geulen in het oostelijk deel van de Westerschelde.

Naast het geulareaal is ook de totale waterinhoud van de hoofdgeulen van de Westerschelde gestaag toegenomen over een lange periode. Daarbij zijn perioden met een relatief snellere toename, als gevolg van een verdieping, duidelijk zichtbaar; periode 1970-1980 na eerste verdieping en de periode vanaf 1997 gerelateerd aan de tweede verdieping. Specifiek in het westelijk deel van de Westerschelde is het volume van de hoofdgeulen, met perioden van toe- en afnames, t.o.v. 1955 slechts met 2% toegenomen. In het begin van de jaren '80 neemt het volume van de hoofdgeulen weer toe, totdat in 1996 geen toename meer te zien is. Vanaf 1997 neemt het volume weer sterk toe. Het volume van de hoofdgeulen in het middendeel neemt tot 1963 toe, gevolgd door een lange periode tot 1993, waarin het volume licht toeneemt. Vanaf 1993 neemt het volume weer sneller toe. Het oostelijk deel toont de grootste ontwikkelingen, hier wordt dan ook het meest gebaggerd. Na de eerste verdieping neemt het volume snel toe, gevolgd door een periode van stabilisatie (1981-1997). Na de tweede verdieping neemt het volume van de hoofdgeulen weer toe.

Inhoudsontwikkeling nevengeulen

De inhoud van de nevengeulen (deel van de gebieden onder NAP -5m) in het westelijk deel van de Westerschelde werd verwacht af te nemen. Deze nevengeulen worden gebruikt als stortlocatie, hetgeen leidt tot afname van de inhoud. Hetzelfde geldt voor de nevengeulen in het midden deel van de Westerschelde, maar in mindere mate voor de nevengeulen in het oostelijk deel omdat hier minder wordt gestort. Hierdoor zullen de neven- en kortsluitgeulen zich kunnen verruimen.

Uit metingen blijkt dat het westelijk deel tot 1997 een toename kent van de inhoud van de nevengeulen. Door een veranderd stortbeleid (meer storten in het westelijk deel) neemt de inhoud van de nevengeulen hier sinds 1997 af. De inhoud van de nevengeulen in het midden deel neemt sinds 1955 bijna lineair af. Ten opzichte van de periode 1990-1997 neemt de inhoud van de nevengeulen nog sterker af. Tot eind jaren '80 neemt het volume in het oostelijk deel af. Vanaf 1989 neemt dit volume weer sterk toe. Sinds 1997 zijn er nog nauwelijks veranderingen waarneembaar.

3.5 Andere relevante (lange termijn) veranderingen

Visstand en visserij

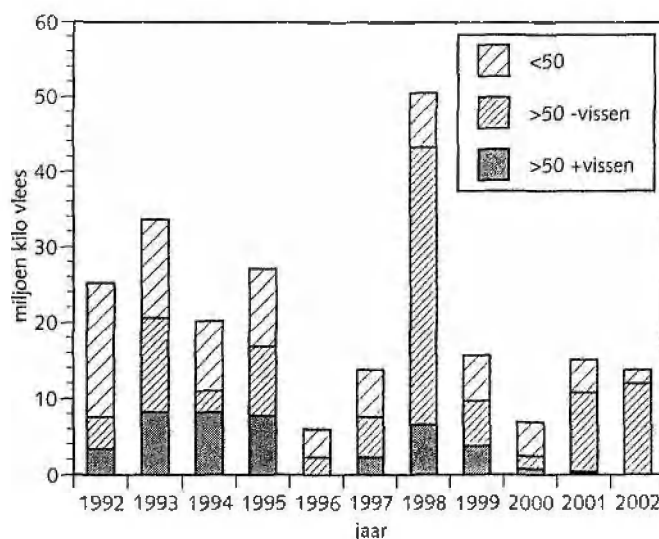
Het huidige aantal vissoorten in de Westerschelde is lager dan in een estuarium mag worden verwacht. Toch is de Westerschelde van belang voor een aantal vissoorten. De schorpreken en ondiepe watergebieden vormen de ideale leefomgeving voor de eieren en larven van garnalen, krabben, grondels en voor jonge haring en zandspiëring (Bergman 1989). Platvissen en sprot produceren pelagische eieren (Vroon *et al.* 1997). Het Westerscheldegebied is ook van belang voor soorten als tong, harnasmannetje,

zeedonderpad, bot, zeebaars, horsmakreel en pollak. Van de zeebaars, horsmakreel en pollak worden relatief veel jonge exemplaren aangetroffen in de Westerschelde. Ook is de dichtheid aan jonge tong in het voorjaar nergens in de Nederlandse kustzone zo hoog als in de Westerschelde (Welleman *et al.* 2000).

Op de Westerschelde vindt naast visserij met fuiken ook visserij met schepen plaats. Hoewel voornamelijk op garnalen wordt gevisht, wordt er ook gevisht op kokkels en in mindere mate op sprout, paling en harder. Laatstgenoemde visserij vindt in de zomermaanden onder andere plaats rond de Hooge Platen. In vergelijking met de jaren 1930 en 1940 is de kustvisserij als bedrijfstak geslonken en is de visvangst meer verplaatst naar het mondinggebied (Welleman *et al.* 2000). In de jaren 1995, 1996 en 1997 viel de vangst bijzonder tegen, hetgeen een zeer lage visstand indiceerde. In 1997 constateerde men zelfs, dat de sprout geheel verdwenen was uit de Westerschelde. Met name het ontbreken van anadrome soorten als zalm, steur en fint wees op een slechte vissituatie in de Westerschelde (Waardenburg *et al.* 1984). Uit vangstgegevens is af te leiden, dat de garnalenvangst in de 20^e eeuw sterk terugliep. In 1930 was de garnalenvangst vijf keer zo hoog als in 1960 en in 1960 2,5 keer zo hoog als in 1980.

Schelpdierstand en schelpdiervisserij

Schelpdieren vormen een belangrijke voedselbron voor verschillende soorten steltlopers. In de Westerschelde wordt elk jaar de bevisbare hoeveelheid kokkels bepaald. Hiervoor komen alleen gebieden in aanmerking waar de dichtheid minstens 50 ex./m² is. In figuur 3.1 wordt het aanbod van kokkels weergegeven en gedeelte dat weggevisht wordt. Zowel voor de visserij als voor steltlopers zijn de dichtheden van 50 ex./m² van belang. Na strenge winters loopt de biomassa sterk terug. Vooral in combinatie met visserij levert dat een lage biomassa op zoals in 1996 (Kesteloo-Hendrikse & Van Stralen 1996).



Figuur 3.1. Berekende biomassa van kokkels in de Westerschelde in miljoenen kilo's vlees. Onderscheid is gemaakt in gebieden met dichtheden lager dan 50 ex/m² (<50) en gebieden met hogere dichtheden dan 50 ex/m² (>50). In deze laatste gebieden is tevens aangegeven hoeveel biomassa mag worden weggevisht (>50+vissen) (naar Bult & Kesteloo 2002).

Vervuiling

De Westerschelde behoort tot de meest vervuilde estuaria van Europa. Naast een te hoge concentratie aan zware metalen en organische microverontreiniging, zijn opgelost zuurstof (te laag), totaal stikstof en totaal fosfor probleemparameters (Anonymus 1998). De waterkwaliteit is nog steeds slecht, maar sinds de jaren zeventig verbetert het langzaam (Withagen 2000).

Het milieu in de Westerschelde wordt in hoge mate beïnvloed door emissies van milieuvreemde stoffen vanuit industriële en stedelijke agglomeraties in de omgeving. In het meest oostelijke deel van de Westerschelde is de verontreiniging dan ook het sterkst en dit neemt naar het westen toe af (Anonymus 1996, 1998). Tussen 1986 en 1996 is de concentratie PCB's in de Westerschelde gedaald, maar de streefwaarde wordt echter nog niet gehaald (Ravensberge & Scheele 1990).

In 1996 (Anonymus 1996) bleek, dat in zowel de kustzone, de Westerschelde als de Waddenzee opvallend lage concentraties zware metalen werden gemeten. Voor cadmium werd in de kustzone gedurende de periode 1983-1996 een afname van 50% geconstateerd, waardoor cadmium in 1996 overal, behalve in de Westerschelde, voldeed aan de oude streefwaarde uit 1993. Het cadmiumgehalte in de Westerschelde is zeven keer zo hoog als in de Oosterschelde.

Verstoring door scheepvaart en recreatie

Er zijn vier belangrijke havens in het Westerscheldegebied: Antwerpen, Gent, Terneuzen en Vlissingen. Zowel de zeescheepvaart als de binnenscheepvaart tellen elk jaarlijks 50.000 scheepsbewegingen. Daarnaast zijn er 72.500 scheepvaartbewegingen van veerboten en dienst- en werkvaartuigen, en 25.000 vaarbewegingen van de recreatievaart (Withagen 2000). Hiermee is de Westerschelde één van de drukst bevaren vaarwegen van de wereld (Mourits *et al.* 2000). Er wordt in de komende jaren een toename van ongeveer 30% verwacht in het totale scheepvaartverkeer (Reverdink & Fikken 2001).

De versturende effecten van beroepsscheepvaart voor vogels op de platen en slikken zijn gering, omdat geluid en beweging relatief zeer regelmatig zijn, zodat vogels hieraan wennen. Daarnaast speelt mee dat de beroepsvaart tot de diepe hoofdvaargeul en enkele nevenvaargeulen beperkt blijft. De versturende invloed van de recreatievaart is vermoedelijk veel groter door het onregelmatige karakter ervan. Deze verstoringsbron treedt in een beperkt deel van het jaar op.

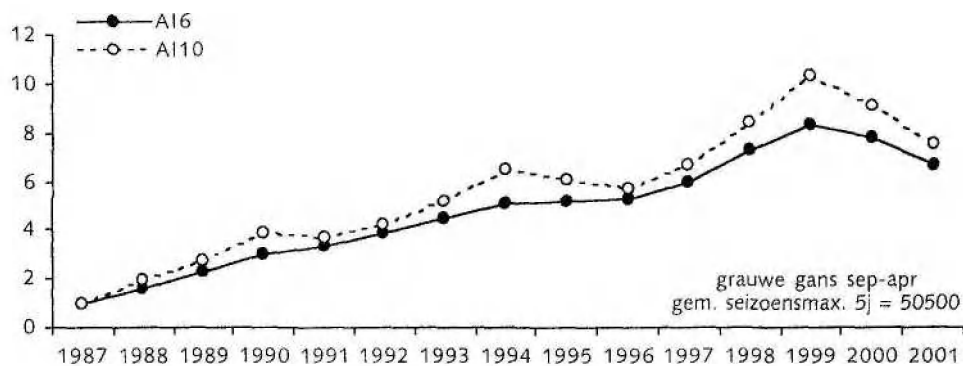
De aanwezigheid van de beroepsscheepvaart beperkt de recreatievaart in de Westerschelde. De verwachting is wel dat de recreatievaart in de Westerschelde jaarlijks met minimaal 1% toeneemt (Anonymus 2000). De vaarroutes voor beroeps- en pleziervaart zijn van elkaar gescheiden (Withagen 2000). Het gemiddeld aantal waterrecreanten voor de gehele Westerschelde is tussen 1990 en 1998 afgenomen (Zielschot 1994a, 1994b, 1999). De watersportactiviteiten zijn met name in de monding

van de Westerschelde (Oostgat/Deurloo, Vlakte van de Raan en Wielingen) sterk afgenomen, maar in de vaargebieden nam het gemiddeld getelde aantal vaartuigen in 1998 met 4% toe ten opzichte van 1990 (Zielschot 1999).

Het recreatieve gebruik van de Westerschelde wordt gekenmerkt door zeer intensieve vormen van strand- en oeverrecreatie in het mondingsgebied en extensieve recreatievormen verspreid over de rest van het studiegebied. Dit laatste betreft vooral bezoekers van platen en slikken. Met name tijdens hoog water kunnen mensen een grote verstoring veroorzaken van overtijende steltlopers.

Intermezzo

Uitleg van de trendgrafieken in hoofdstuk 4 met de aantalsontwikkeling van niet-broedvogels in de Westerschelde.



Figuur 4.0 Voorbeeld van een figuur met de trendontwikkeling volgens de abundantie-index, in dit geval van de grauwe gans, gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april (ook figuur 4.1). Het eerste jaar is op index 1 gezet, waarbij de aantallen in alle daarop volgende seizoenen relatief ten opzichte van dit eerste seizoen worden weergegeven. Om een indicatie te geven om welke aantallen het gaat, is rechtsonder in elke figuur het gemiddeld seizoensmaximum van de laatste 5 jaar gegeven.

Met behulp van GAM-analyse (zie paragraaf 2.2 voor een uitgebreidere uitleg) zijn voor elke soort twee samenvattende trends berekend, de abundantie-indexen (afgekort tot AI). Bij elke soort worden twee trends weergegeven, die vergelijkbaar zijn met een lopend gemiddelde (ofwel 'smooth-function'). Net als bij een lopend gemiddelde, kan op basis van het aantal jaren dat mee wordt genomen bij de berekening van het lopende gemiddelde de 'fit' strakker worden. In het Engels heet dit proces 'degrees of smoothing' of in statistische termen 'degrees of freedom'. Er is een 'fit' met zowel 6 als 10 vrijheidsgraden uitgevoerd (respectievelijk A16 en A110). Hoe lager het aantal vrijheidsgraden, des te 'strakker' is de fit: In de extreme gevallen van $df=1$ en $df=15$ (degrees of freedom), wordt respectievelijk een rechte trendlijn dan wel van-jaar-tot-jaar-lijnen getrokken. Zes vrijheidsgraden komt overeen met het aanbevolen aantal vrijheidsgraden in Fewster *et al.* (2000) (0,3 maal het aantal onderzoeksjaren). Een fit met 10 vrijheidsgraden is uitgevoerd om het onderliggende patroon van het meest dominante telcluster zichtbaar te maken (te beschouwen als het kerngebied binnen de Westerschelde).

4 Resultaten

4.1 Inleiding

Bij de bespreking van de resultaten wordt per vogelsoort een aantal ontwikkelingen geschetst. Dit gebeurt aan de hand van een samenvattende trend. Deze trend wordt weergegeven met een abundantie-index (AI) die is berekend met behulp van GAM-analyses (zie paragraaf 2.2). Een overzicht van de buigpunten in de trendcurves wordt gegeven in bijlagen B. Hieronder zal besproken worden in hoeverre zichtbare patronen te relateren zijn aan veranderingen op populatieniveau of andere grootschalige patronen zoals invloed van strenge winters etc. die effecten van de verruiming kunnen overheersen. Daarnaast zal beschreven worden of in de berekende trend aanwijzingen zijn te vinden dat er veranderingen hebben plaatsgevonden tijdens of volgend op de periode 1997/1998, waarin de verruiming heeft plaatsgevonden.

Voor de meeste soorten worden trendpatronen van 15 jaar telgegevens gepresenteerd (seizoen 1987/1988 tot en met 2001/2002). Van een beperkt aantal worden ook trends in de relevante maanden waarin belangrijke populaties langstrekken gepresenteerd en besproken. In de bijbehorende figuren worden de seizoenen altijd aangegeven met het eerste jaar, dus seizoen 1997/1998 (lopend van juli 1997 tot en met juni 1998) wordt aangegeven met 1997. De maanden september tot en met april zijn geselecteerd als winterhalfjaar.

Per soort wordt ook een korte samenvatting gegeven van het gebruik door de soort van de Westerschelde. Dit is gebaseerd op Tulp *et al.* (2001). (Zie paragraaf 2.2).

4.2 Niet-broedvogels

4.2.1 Grauwe gans

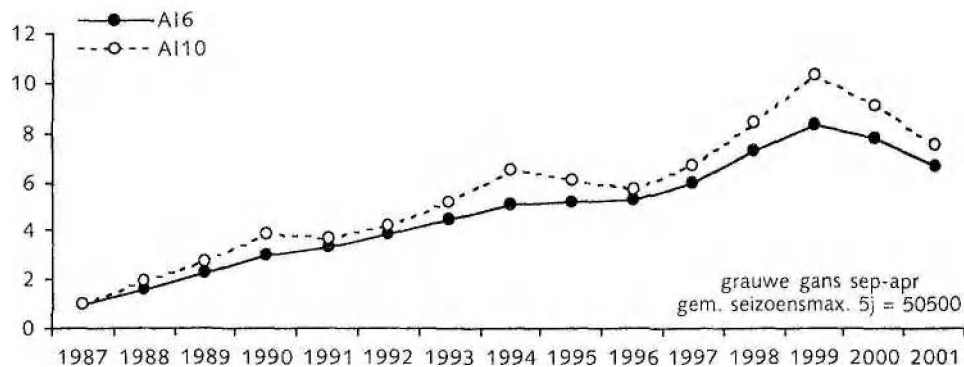
algemeen

De grauwe gans komt vooral in de periode oktober-februari in de Westerschelde voor. De soort concentreert zich in het oostelijk deel en dan met name in Saeftinghe. De aantallen zijn geleidelijk gestegen en de aantalspiek die aanvankelijk in januari viel is vervroegd naar november.

trend

De AI6 laat tot seizoen 1999/2000 een geleidelijke toename zien maar de laatste twee seizoenen is er sprake van een afname (figuur 4.1). De AI10 laat knikpunten zien in 1990, 1994, 1996 en 1999. Echter vooral belangrijk is dat de AI10 vanaf 1988 boven de AI6 ligt. Dit betekent dat de toename in het belangrijkste deelgebied (oostdeel Westerschelde: Saeftinghe) aanzienlijk groter is geweest dan in de overige gebieden. De grauwe gans foerageert in Saeftinghe met name op de ondergrondse stengels van de zeebies. Berrevoets *et al.* (2001) geven aan dat er veranderingen in de vegetatie

optreden onder invloed van verlanding. Mogelijk is dit van invloed op de draagkracht van het gebied voor de grauwe gans.



Figuur 4.1 Ontwikkeling van de abundantie-index van de grauwe gans gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

4.2.2 Bergeend

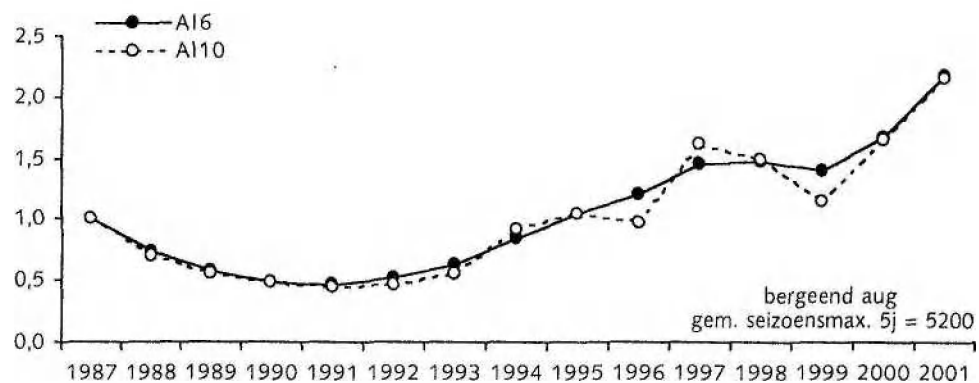
algemeen

De bergeend is jaarrond in de Westerschelde aanwezig. In de zomer ruit een groot aantal bergeenden in het gebied de slagpennen (Geelhoed & Swaan 2002). Na september nemen de aantallen af tot enkele duizenden vogels. In juli 1999 werd met 13.500 exemplaren een maximum aantal vogels vastgesteld sinds het begin van de tellingen in de jaren zeventig (Berrevoets et al. 2001). Bergeenden komen in vergelijkbare aantallen in de drie onderscheiden delen van de Westerschelde voor.

In recente jaren verschuiven de aantallen overwinterende vogels van het westelijk deel naar het oostelijk deel. De toename in aantallen vogels in de zomermaanden vindt vooral plaats in het midden gedeelte.

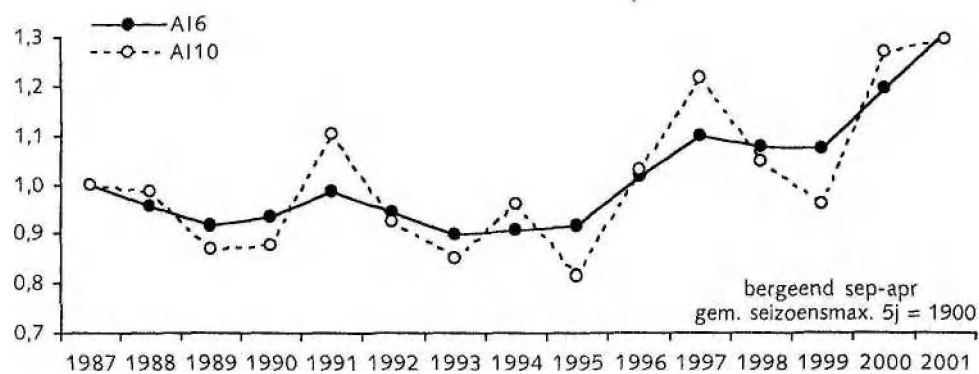
trend

Bij de bergeend is onderscheid gemaakt tussen de trend van de aantallen vogels tijdens de rui (augustus) en de periode september-april. De AI6 laat voor de augustusmaand aanvankelijk een dalende index zien, maar vanaf 1992 is vrijwel in alle seizoenen sprake van een toename (figuur 4.2). Een uitzondering hierop vormt het seizoen 1999/2000. In de AI10 komen trendbreuken naar voren in 1996, 1997 en 1999. Opvallend is de trendbreuk in 1999. In juli 1999 werd een nieuw maximum van de bergeend in de Westerschelde vastgesteld (Berrevoets et al. 2001) sinds de start van de tellingen in de zeventiger jaren. Dit resulteerde echter niet in een nieuw maximum aantal vogels in augustus. De indexwaarde is in de periode 1987–2002 ruim verdubbeld.



Figuur 4.2 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bergeend gebaseerd op de gegevens uit de maand augustus.

De AI6 voor de maanden september-april laat aanvankelijk een stabiele trend zien met een lichte afname ten opzichte van 1987, maar in 1996 is de indexwaarde gelijk aan de waarde in 1987 om in de daarop volgende jaren te stijgen (figuur 4.3). De AI10 laat knikpunten zien in 1991, 1994, 1995, 1997, 1999 en 2000. De toename in de indexwaarde in de periode september-april is beduidend lager dan voor de maand augustus.



Figuur 4.3 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bergeend gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

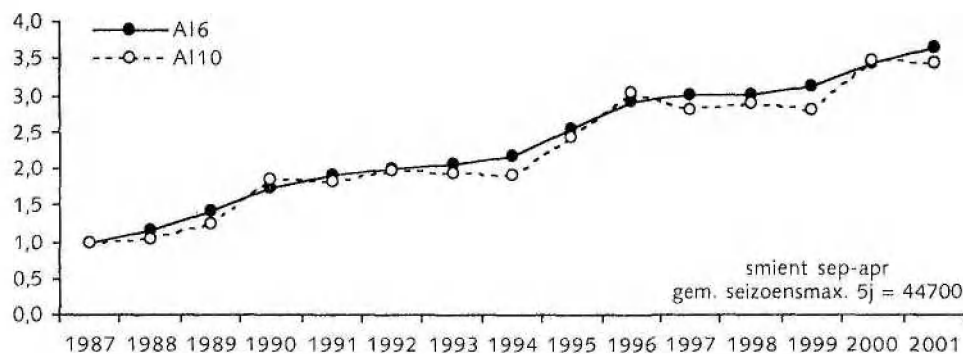
4.2.3 Smient

algemeen

De smient is vooral in de periode september-maart in de Westerschelde aanwezig, waarbij Saeftinghe verreweg het belangrijkste gebied is. Saeftinghe is een belangrijk foerageergebied. De overdag langs de Westerschelde rustende smienten foerageren verder 's nachts vooral binnendijks. Opvallend is dat de lagere piekaantallen in het midden en westen later vallen dan in het oosten. Het aantal vogeldagen is de afgelopen jaren duidelijk toegenomen om vervolgens te stabiliseren.

trend

De AI6 laat voor de maanden september-april voor de gehele periode een toename van de index zien (figuur 4.4). Bijlsma *et al.* (2001) geven aan dat in de periode 1967-1989 het aantal overwinterende vogels in Nederland significant is toegenomen, maar dat in de negentiger jaren de aantallen stabiliseren. Figuur 4.4 laat echter zien dat langs de Westerschelde er in de negentiger jaren nog steeds sprake is van een duidelijke toename. De AI10 volgt het patroon van de AI6, maar laat vooral afwijkingen naar beneden zien, met name voor 1994 en 1999. Dit betekent dat de toename in het belangrijkste gebied, Saeftinghe, relatief gezien minder sterk is geweest dan in de andere delen van de Westerschelde. Dit is in overstemming met de resultaten van Tulp *et al.* (2001), die aangeven dat de toename in het middendeel van de Westerschelde relatief sterk is maar dat dit in absolute aantallen beperkt is.



Figuur 4.4 Ontwikkeling van de abundantie-index van de smient gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

4.2.4 Pijlstaart

algemeen

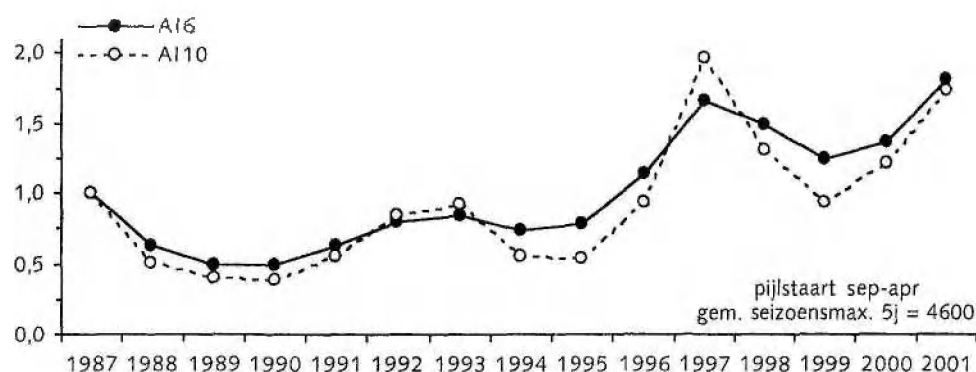
De pijlstaart is in de periode september-maart in de Westerschelde aanwezig. Pijlstaarten worden vooral in het oosten (Saeftinghe) vastgesteld. In het westen en middendeel van de Westerschelde komt de soort in lage aantallen voor.

trend

De trend van de pijlstaart voor de maanden september-april laat een grillig patroon zien. De patronen voor de AI6 en AI10 komen in grote lijnen overeen (figuur 4.5). Bij de AI10 zijn zowel de toe- als afname wat sterker dan bij de AI6. Aanvankelijk neemt de index af om vervolgens weer iets te stijgen, maar in 1994 neemt de index weer af. Vervolgens is er weer een toename tot en met 1997. Aansluitend is er weer twee seizoenen een afname, maar de laatste twee seizoenen neemt de index weer toe. In vergelijking met 1987 is de index in 2001 bijna verdubbeld. Tulp *et al.* (2001) geven aan dat zich in het seizoen 1997/1998 in oktober een opmerkelijk piekaantal van ruim 21.000 vogels heeft voorgedaan. Deze piek werd vermoedelijk veroorzaakt door de gunstige voedselsituatie in het oostelijk deel van de Westerschelde, daar de wintertaling, een zaadeter, in

dezelfde maand een piek vertoonde (Berrevoets *et al.* 1999). De piek in Saeftinghe in 1997 komt tot uiting in de waarde van de AI10-index die boven de AI6-index komt te liggen. Over het algemeen ligt de AI10-index beneden de AI6-index.

Voor de pijlstaart geldt dat de soort niet ieder seizoen de verschillende bekkens in de Delta als geheel altijd even intensief gebruikt. Het lage aantal in de Westerschelde in het seizoen 1998/1999 gaat samen met een toename in de overige bekkens (Berrevoets *et al.* 2000).



Figuur 4.5 Ontwikkeling van de abundantie-index van de pijlstaart gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

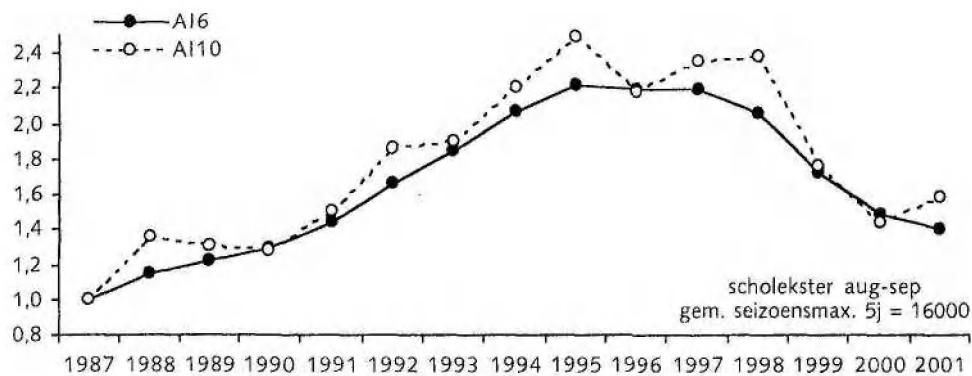
4.2.5 Scholekster

algemeen

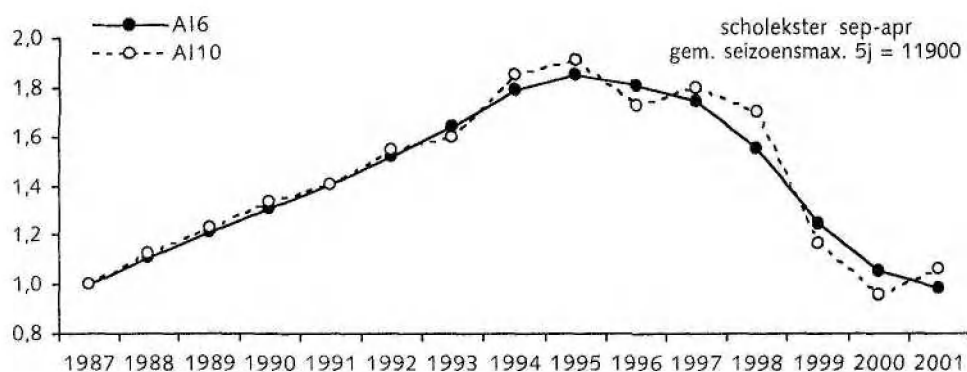
De Scholekster is jaarrond in de Westerschelde aanwezig, maar bereikt de hoogste aantallen in de periode augustus-februari. De aantallen zijn geleidelijk toegenomen. Meininger *et al.* (1998) vermelden dat Scholeksters uit de Oosterschelde zijn uitgeweken naar de Westerschelde, omdat de draagkracht van het eerstgenoemde gebied afnam. Vooral in het najaar zijn vogels uitgeweken. Berrevoets *et al.* (1999) geven aan dat in de periode 1980–1995 de aantalsafname in de andere bekkens werd opgevangen door de Westerschelde, maar dat in dit laatste gebied de draagkracht nu bereikt is. Berrevoets *et al.* (2002) geven dan ook aan dat de Westerschelde vanaf 1987 veranderd is van een overwinteringsgebied in een doortrekgebied.

trend

De AI6 voor de periode augustus-september laat vanaf 1987 tot en met 1995 een toename van de index zien (figuur 4.6). Vanaf 1996 vindt er echter een duidelijke afname plaats. Het laatste seizoen lijkt de afname zich af te vlakken. De indexwaarde heeft echter nog niet de indexwaarde uit 1987 bereikt, maar is in 2001 ten opzichte van 1996 wel met bijna 40% afgenomen.



Figuur 4.6 Ontwikkeling van de abundantie-index van de scholekster gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september.



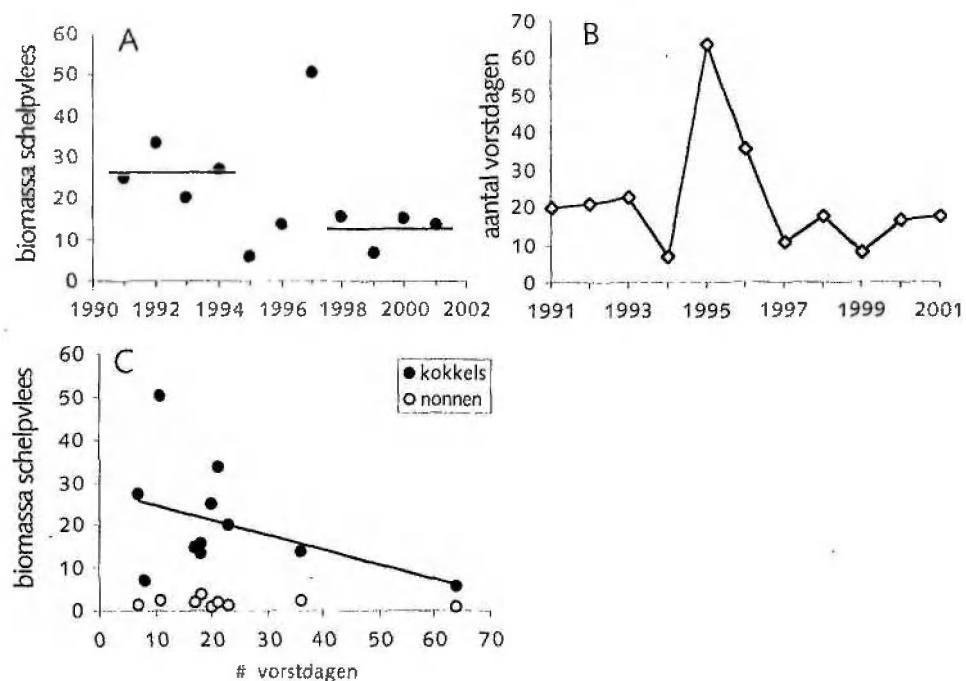
Figuur 4.7 Ontwikkeling van de abundantie-index van de scholekster gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

De indexwaarde voor de maanden september-april laat tot en met het seizoen 1995 een toename zien (figuur 4.7), waarna de indexwaarde snel afneemt. Het laatste seizoen laat ook hier een afvlakking zien.

De index van augustus-september valt minder ver terug dan de index van september-april. Dit zou kunnen suggereren dat de hoeveelheid voedsel in de loop van het seizoen zodanig afneemt dat dit beperkend wordt, waardoor vogels het gebied verlaten.

Berrevoets *et al.* (2002) geven aan dat de aantalsafname vooral plaatsvond in het middendeel en het westelijk deel van de Westerschelde. Dit laatste deel is van oudsher het belangrijkste gebied voor de scholekster. In de Oosterschelde werd in deze jaren geen terugval in aantallen vastgesteld. Berrevoets *et al.* (2002) veronderstellen dat de terugval van de scholekster veroorzaakt wordt door een afname van het voedselaanbod. Door het RIVO wordt jaarlijks de kokkelbiomassa geschat in de Westerschelde. In de periode 1998–2002 is deze biomassa lager dan in de eerste helft van de jaren negentig (figuur 4.8A). In 1995, en in mindere mate in 1996, was sprake van een strenge winter met een groot aantal vorstdagen (figuur 4.8B). De biomassa kokkelvlees (in september, toebedeeld aan de voorafgaande winter) was negatief gecorreleerd met het aantal vorstdagen (Multiële lineaire regressie $F_{1,20}=4,58$; $p<0,05$; $r^2=0,15$; figuur 4.8C). Mogelijk is door de strenge winter van 1995 de hoeveelheid kokkelvlees gereduceerd, terwijl de broedval door de koude juist toenam. Dit zou de toename van de biomassa kokkels in 1996 en 1997 kunnen verklaren.

Het aantal scholeksters in de Westerschelde toonde een negatieve trend met zowel het aantal vorstdagen als de biomassa kokkels (Multiële lineaire regressie: $F_{2,8}=23,0$; $p=0,10$; aantal vorstdagen: $t=2,21$; $p=0,06$; biomassa kokkels: $t=1,9$; $p=0,09$).



Figuur 4.8 Biomassa kokkelvlees (in miljoenen kilo vlees) in de loop der jaren (A), aantal vorstdagen in de loop der jaren (B), en biomassa schelpvlees van kokkels *Cerastoderma edule* en nonnen *Macoma baltica* in de Westerschelde uitgezet tegen het aantal dagen dat de temperatuur onder nul daalt (C).

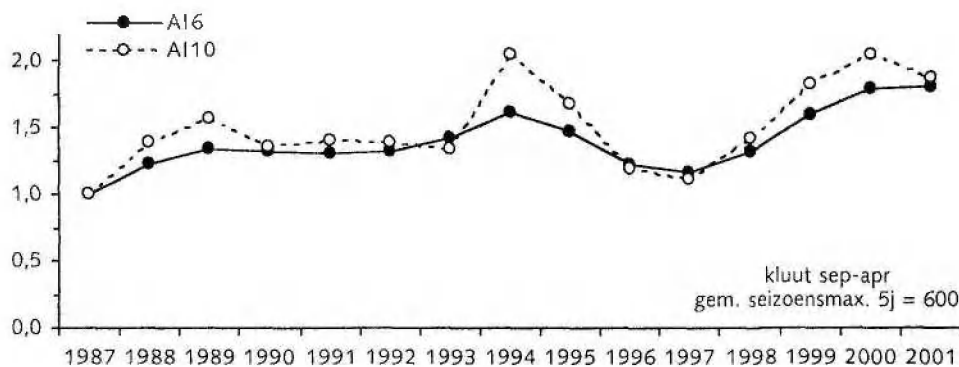
4.2.6 Kluut

algemeen

In de Westerschelde kent het voorkomen van de kluut een drietoppig patroon. De piek met de hoogste aantallen valt in de periode september-december. Daarnaast is er in het voorjaar in de periode maart-mei een piek, die deels uit broedvogels van Saeftinghe bestaat, en in juli. Het oostelijk deel herbergt verreweg de hoogste aantallen.

trend

De AI6 voor de maanden september-april laat aanvankelijk een lichte toename zien om vervolgens vanaf 1994 tot en met 1997 te dalen (figuur 4.9). Vervolgens vindt er een duidelijke verhoging van de indexwaarde plaats. De AI10 ligt over het algemeen boven de AI6, hetgeen erop wijst dat de grootste veranderingen optreden in het belangrijkste gebied voor de kluut (Saeftinghe).



Figuur 4.9 Ontwikkeling van de abundantie-index van de kluut gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

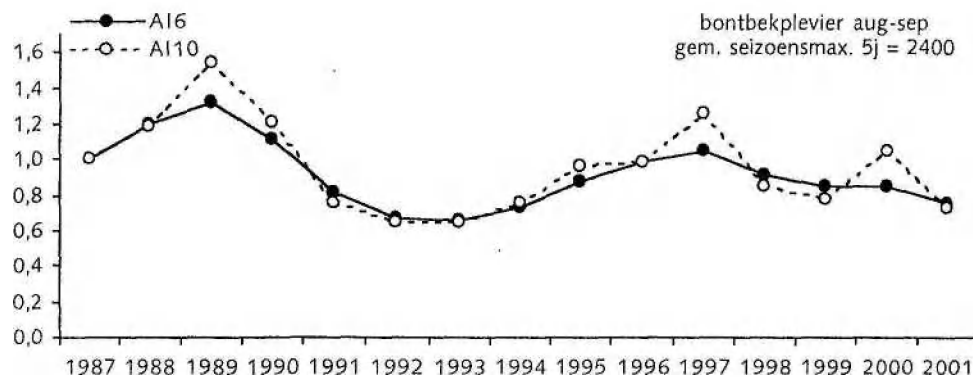
4.2.7 Bontbekplevier

algemeen

In de Westerschelde heeft de bontbekplevier gedurende het seizoen twee duidelijke aantalspieken. De piek met de hoogste aantallen valt in de maanden juli-september en de tweede, kleinere piek valt in mei. Het westen van de Westerschelde is verreweg het belangrijkste gebied voor de bontbekplevier, gevolgd door het middendeel.

trend

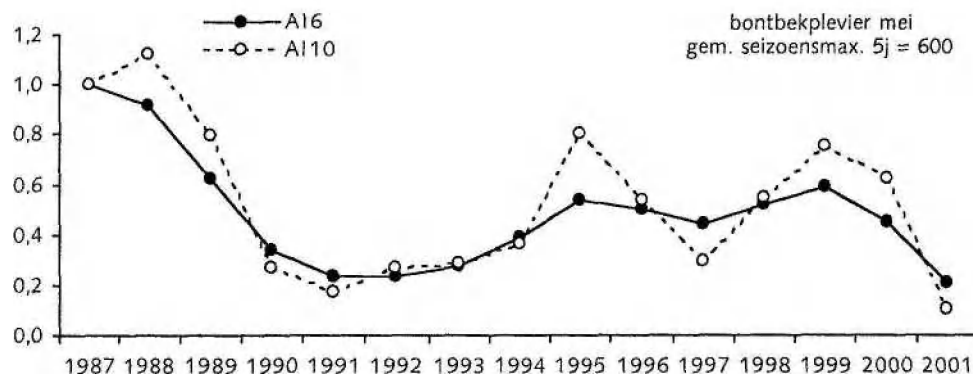
De AI6 laat aanvankelijk een toename zien maar vanaf 1989 tot en met 1993 is er een duidelijke afname van de index (figuur 4.10). Tot 1997 vindt er vervolgens een geleidelijke stijging plaats om vanaf dat seizoen weer geleidelijk te dalen. De AI10 heeft een vergelijkbaar patroon maar heeft duidelijk positieve uitschieters in 1989, 1997 en 2000. De huidige indexwaarde ligt iets beneden de indexwaarde in 1987.



Figuur 4.10 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bontbekplevier gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september.

De indexwaarden voor mei laten in grote lijnen een vergelijkbaar patroon zien (figuur 4.11), alleen is de achteruitgang veel sterker geweest. De AI6 laat gelijk een duidelijke afname zien tot 1992. Vervolgens vindt er wel een beperkt herstel plaats, maar de indexwaarde stijgt niet boven de 0,5. Vanaf 1999 loopt de indexwaarde weer sterk terug. De AI10 geeft aanzienlijke afwijkingen van de AI6. Aantalsveranderingen in het belangrijkste gebied (west) komen direct tot uiting in de afwijking van de AI10 ten opzichte van de AI6.

Duidelijk is in ieder geval dat in de nazomer maar vooral in mei de index van de bontbekplevier afneemt.



Figuur 4.11 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bontbekplevier gebaseerd op de gegevens uit de maand mei.

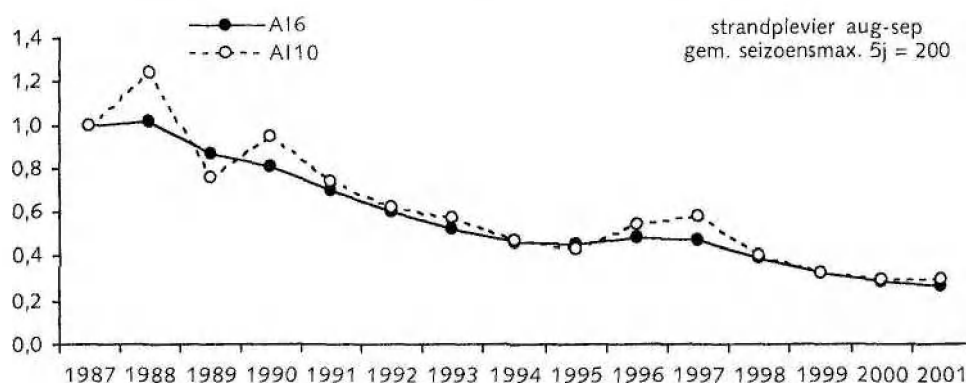
4.2.8 Strandplevier

algemeen

In de Westerschelde is de strandplevier van april-september aanwezig. Daarnaast komt de soort ook als broedvogel voor langs de Westerscheide. De hoogste aantallen worden waargenomen in de periode juli-september, wanneer de lokale broedvogels met jongen aangevuld worden met doortrekkende en ruiende vogels van elders. De strandplevier komt vooral in het westelijk deel voor en in mindere mate in het middendeel. Op bekkenniveau loopt de ontwikkeling van het aantal vogeidagen van de strandplevier in de Westerschelde parallel aan de ontwikkeling in de andere bekkens in het Deltagebied. Er is een duidelijk afnemende tendens, maar de laatste jaren stabiliseert het aantal enigszins.

trend

De A16-index laat voor de strandplevier in de maanden augustus-september met uitzondering van het seizoen 1988 een vrijwel continu afnemende indexwaarde zien (figuur 4.12). In de seizoenen 1996 en 1997 leek de index zich te stabiliseren maar de afname heeft zich in de volgende seizoenen opnieuw voortgezet. In het belangrijkste gebied zijn in enkele jaren nog uitschieters naar boven van de A10, zoals in 1988, 1990 en de seizoenen 1996 en 1997, maar in grote lijnen valt het patroon samen.



Figuur 4.12 Ontwikkeling van de abundantie-index van de strandplevier gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september

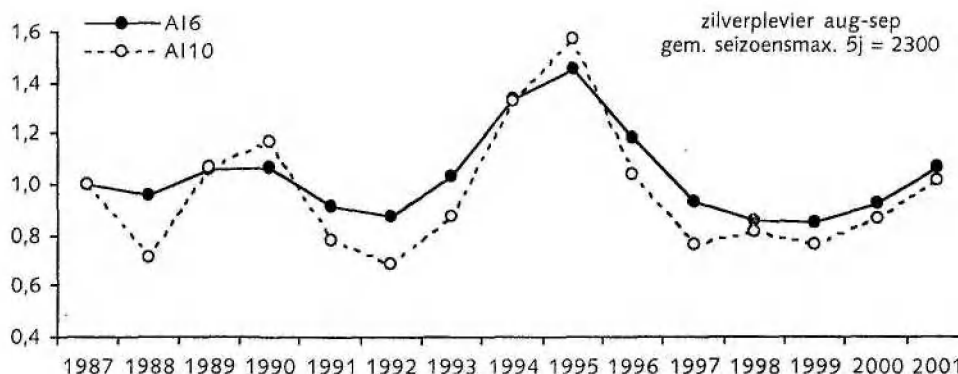
4.2.9 Zilverplevier

algemeen

De zilverplevier is vrijwel het gehele jaar met duizend of meer vogels in de Westerschelde aanwezig. Piekaantallen komen voor in oktober en mei. In de maanden juni-juli is de soort weinig talrijk. Het westelijk deel is het belangrijkste gebied voor de zilverplevier, gevolgd door het middendeel, terwijl het oostelijk deel alleen in de nazomer en in mei kleine doortrekkieken kent.

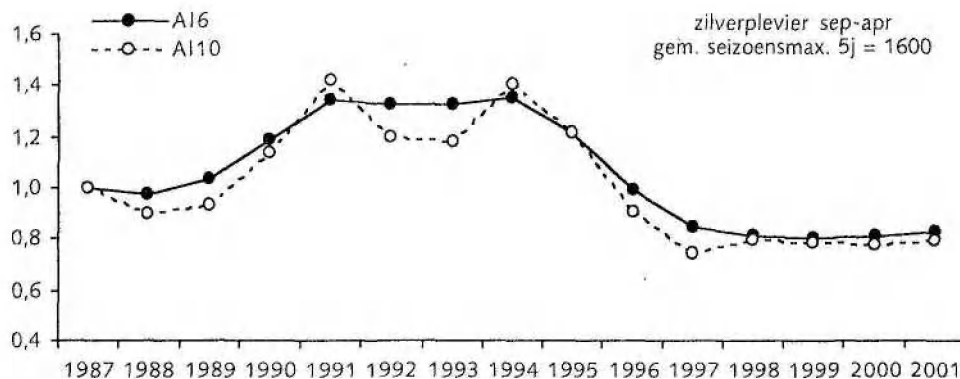
trend

De AI6-index laat voor de zilverplevier een redelijk stabiel beeld zien met een stijging van de aantallen in de periode 1993–1995, die vervolgens tot 1998 weer dalen (figuur 4.14). Daarna treedt er weer een licht stijgende trend op. De AI10-index laat zien dat de ontwikkelingen in het belangrijkste gebied, het westelijk deel, over het algemeen negatiever zijn dan voor de gehele Westerschelde. Alleen in perioden dat de index een piek bereikt, ligt de AI10-index boven de AI6-index. Tulp et al. (2001) geven aan dat vooral in het najaar grote aantalschommelingen bij de zilverplevier kunnen optreden en dat dit met name plaatsvindt in het westelijk deel. Dit komt overeen met het patroon van de index in figuur 4.14.



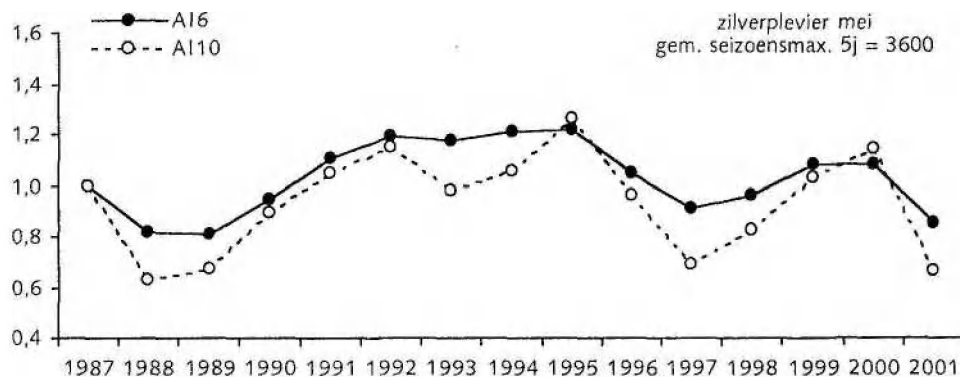
Figuur 4.13 Ontwikkeling van de abundantie-index van de zilverplevier gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september

De indexwaarde voor de maanden september-april (figuur 4.14) laat een duidelijk ander patroon zien dan de nazomer-index (figuur 4.13). Er treedt nu eerst een toename op tot 1991, vervolgens is er sprake van een stabiele periode tot en met 1994, maar daarna volgt een afname tot en met 1998, waarna weer een stabilisatie volgt.



Figuur 4.14 Ontwikkeling van de abundantie-index van de zilverplevier gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

De index van de maand mei (figuur 4.15) laat ook een ander patroon zien. Eerst is er een kleine afname in de indexwaarde en vervolgens een stijging. Vanaf 1992 is de waarde stabiel tot en met 1995. De indexwaarde daalt vervolgens om in 1997 een lage waarde te bereiken. Er treedt dan weer een lichte toename op maar in 2001 is weer sprake van een afname. De AI10 ligt vrijwel alle jaren beneden de AI6. Dit geeft aan dat de achteruitgang in het westelijk deel sterker is geweest dan in de rest van de Westerschelde.



Figuur 4.15 Ontwikkeling van de abundantie-index van de zilverplevier gebaseerd op de gegevens uit de maand mei.

4.2.10 Kanoetstrandloper

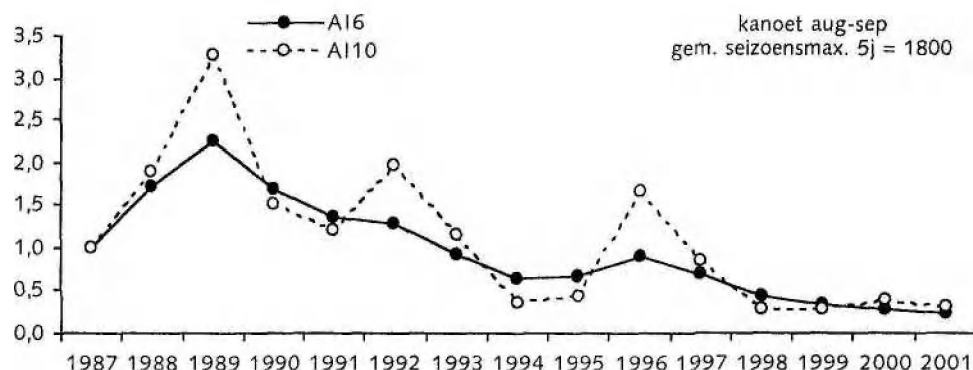
algemeen

Twee ondersoorten van de kanoetstrandloper maken van de Westerschelde gebruik. De ondersoort *Calidris c. canutus* uit West-Siberië overwintert langs de kusten van West-Afrika en trekt in Nederland door in de maanden augustus-oktober en in mei. De ondersoort *C. c. islandica* uit Groenland en Noordoost-Canada arriveert vanaf juli in Nederland en blijft tot maart-mei aanwezig (Meininger *et al.* 1994). De laatste jaren is de kanoetstrandloper vanaf augustus tot en met maart in de Westerschelde aanwezig met nog een kleine piek in mei.

In de meeste jaren overwinteren enige duizenden kanoetstrandlopers op de Hooge Platen (Berrevoets *et al.* 2001). Het westelijk deel is daarmee verreweg het belangrijkste gebied voor de kanoetstrandloper. In het midden komen regelmatig groepen van honderden vogels voor, maar in het oostelijk deel wordt de kanoetstrandloper slechts in lage aantallen vastgesteld.

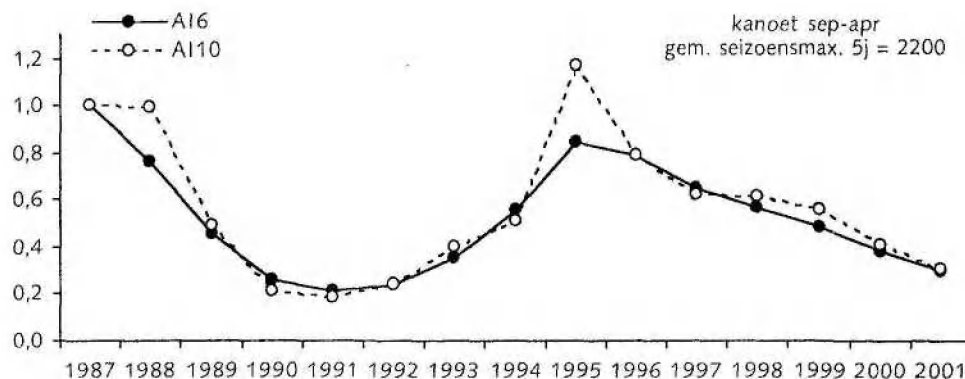
trend

De AI6 laat voor de maanden augustus-september na een aanvankelijke verdubbeling van de indexwaarde tot en met 1989 vervolgens een geleidelijke afname van de indexwaarde zien met nog een kleine verhoging in 1996 (figuur 4.16). De AI10 laat veel duidelijker pieken en dalen zien. Deze veranderingen in de index worden vooral door aantalsveranderingen op de Hooge Platen veroorzaakt, dat het belangrijkste gebied voor de kanoetstrandloper is in de Westerschelde (Berrevoets *et al.* 2001).



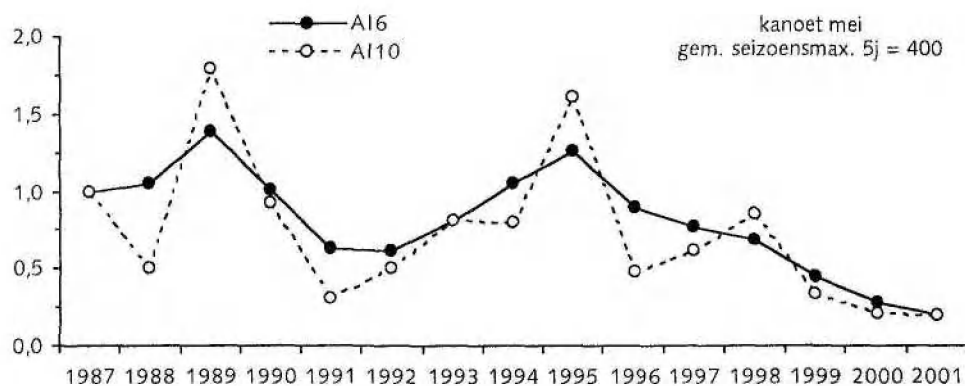
Figuur 4.16 Ontwikkeling van de abundantie-index van de kanoetstrandloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september.

De index voor de maanden september-april laat een duidelijk ander patroon zien (figuur 4.17). Nu is sprake van een duidelijke afname vanaf 1987 tot en met 1991. Daarna vindt tot en met 1995 weer een stijging plaats en vervolgens is er weer een geleidelijke afname. Wel is de indexwaarde in 2001 beduidend lager dan in 1987. De AI10-index heeft een vergelijkbaar patroon. Alleen in 1988 en 1995 bereikt deze index een relatief hoge waarde.



Figuur 4.17 Ontwikkeling van de abundantie-index van de kanoetstrandloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

De indexwaarde voor mei is een soort combinatie van de indexwaarden in augustus-september en september-april. Eerst is er stijging van de indexwaarde tot en met 1989, vervolgens daalt de index tot en met 1991. Net als bij de september-april-index is er dan vervolgens weer een stijging tot en met 1995, waarna er een sterke daling van de index inzet. De AI10 wijkt sterk af van de AI6-index, hetgeen betekent dat er ook in het westelijk deel van de Westerschelde aanzienlijke aantalschommelingen tussen jaren kunnen plaatsvinden. Deze schommelingen worden veroorzaakt door doortrek. In perioden met ongunstige trekomstandigheden (tegenwind) onderbreken de vogels van de ondersoort *C. c. canutus* hun vlucht tussen de overwinteringsgebieden in Mauretanië en de voorjaarspleisterplaats Schleswig-Holstein in de Westerschelde (Scheckerman et al. 1992).



Figuur 4.18 Ontwikkeling van de abundantie-index van de kanoetstrandloper gebaseerd op de gegevens uit de maand mei.

Het feit dat de mei-index (figuur 4.18) kenmerken heeft van beide andere indexen zou kunnen betekenen dat aanvankelijk in mei, seizoenen 1987–1991, kanoeten van de ondersoort *C. c. canutus*, doortrokken maar dat deze piek geleidelijk is weggefallen en dat het patroon nu voornamelijk bepaald wordt door overwinterende *C. c. islandica*.

Berrevoets et al. (2001) wijzen op de invloed van strenge winters op de aantallen kanoeten. De winters 1990/1991, 1995/1996 en 1996/1997 waren streng. Figuur 4.18 laat zien dat na 1990/1991 en 1996/1997 er een afname van de index in mei plaatsvond. De strenge winters veroorzaken sterfte van bodemfauna, waardoor de voedselbeschikbaarheid afneemt. Figuur 4.17 laat wel een afname van de index zien in 1996 maar geen afname na 1990/1991. Mogelijk spelen hier verschillende factoren door elkaar zoals enerzijds de sterfte van bodemdieren in de winter, vooral in mei belangrijk, en anderzijds de 'zaadval' van schelpdieren, die het gehele seizoen van belang is.

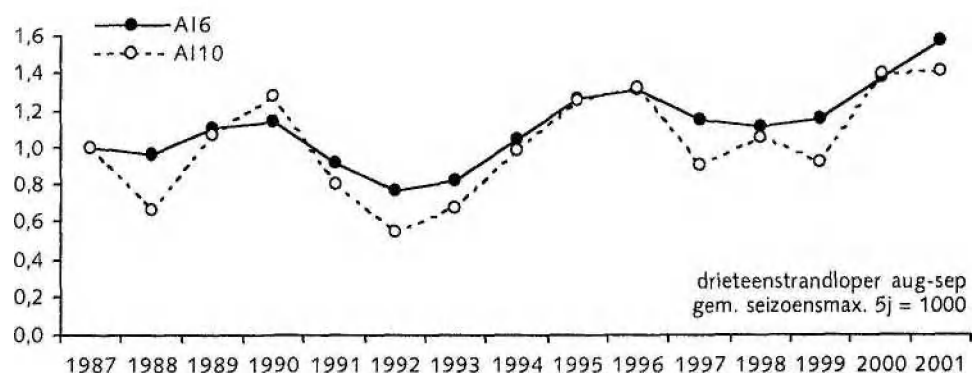
4.2.11 Drieteenstrandloper

algemeen

De drieteenstrandloper is met uitzondering van juni het gehele jaar in de Westerschelde aanwezig met pieken in de maanden augustus-september en in de maand mei. De hoogste aantallen worden in mei bereikt. Het westelijk en middendeel zijn de belangrijkste deelgebieden voor deze soort. In het oostelijk deel komen nauwelijks drieteenstrandlopers voor.

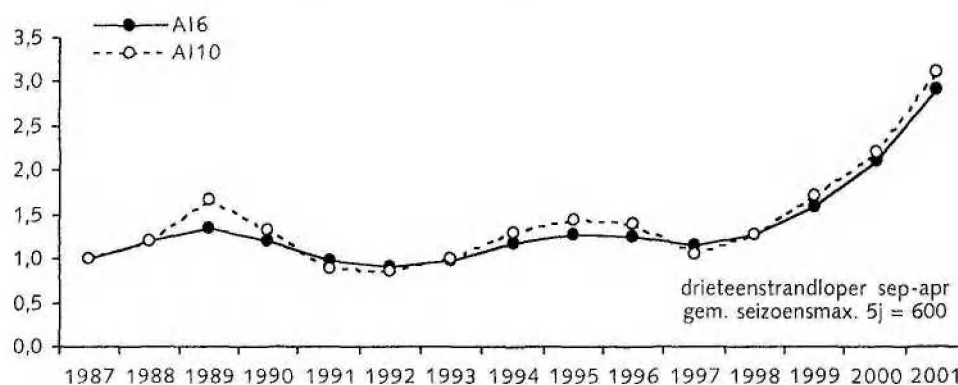
trend

De AI6-index voor de maanden augustus-september laat een licht golvend patroon zien waarbij de indexwaarde langzaam stijgt (figuur 4.19). In de seizoenen 1991/1992 en 1997/1998 is sprake van een lichte afname. Dit zou mogelijk door sterfte van bodemfauna in de voorgaande winter veroorzaakt kunnen worden. De AI10 volgt in grote lijnen het patroon, maar over het algemeen liggen de waarden iets lager. Dit betekent dat de veranderingen in het westelijke deel, dat het belangrijkste is voor de drieteenstrandloper, relatief minder groot zijn.



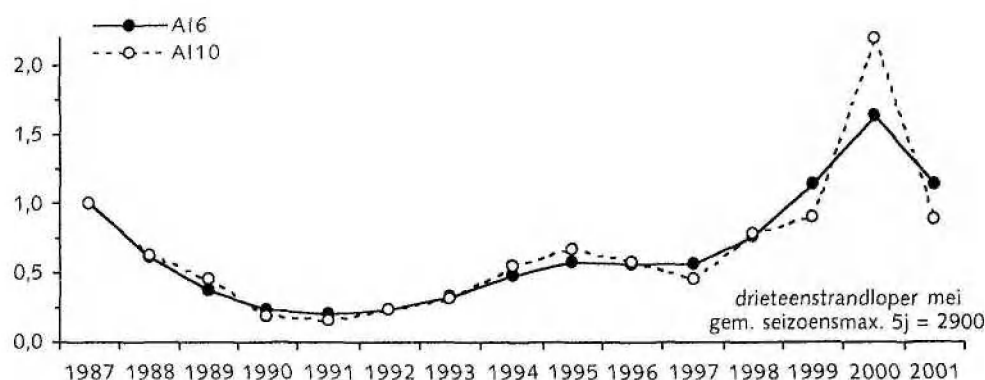
Figuur 4.19 Ontwikkeling van de abundantie-index van de drieteenstrandloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september.

De AI6-index voor de maanden september-april laat ook een licht golvend patroon zien (figuur 4.20), maar over het algemeen zijn tot 1998 de veranderingen gering. Vanaf 1998 treedt er een zeer sterke toename van de index op. Het patroon van de AI10-index is vrijwel gelijk aan dat van de AI6-index. Dit betekent dat de veranderingen in het westelijk deel en middendeel een vergelijkbaar patroon vertonen.



Figuur 4.20 Ontwikkeling van de abundantie-index van de drieteenstrandloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

De index voor de maand mei laat aanvankelijk een zeer sterke daling zien (figuur 4.21), maar vanaf 1991 is weer sprake van een lichte stijging, die zich in de seizoenen 1995–1997 lijkt te stabiliseren. Vervolgens is er sprake van een sterke toename. In het laatste seizoen is er weer sprake van een afname. De AI10-index volgt eerst volledig de AI6-index, maar de laatste seizoenen treden er afwijkingen op. Dit wijst er op dat met name in het westelijk deel van de Westerschelde, dat het belangrijkste gebied is, de aantallen flink kunnen variëren.



Figuur 4.21 Ontwikkeling van de abundantie-index van de drieteenstrandloper gebaseerd op de gegevens uit de maand mei.

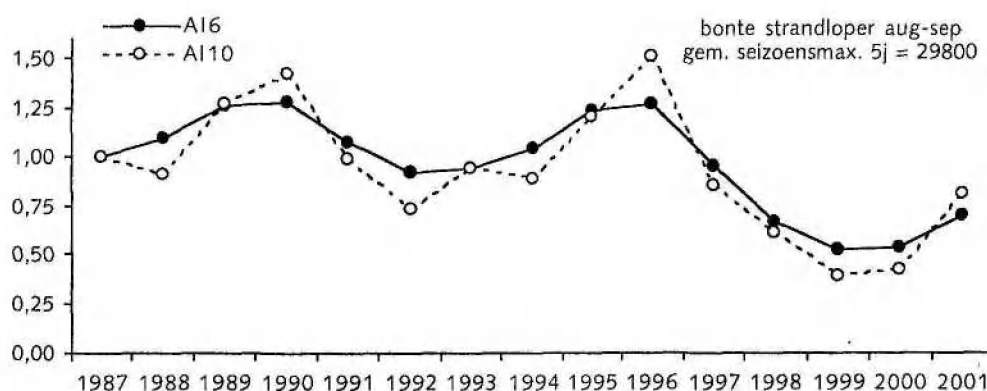
4.2.12 Bonte strandloper

algemeen

In de Westerschelde komt de bonte strandloper het gehele jaar voor. In juni zijn de aantallen het laagst. De piekaantallen worden bereikt in de winter. Zowel het westelijk deel als het midden zijn belangrijk voor de bonte strandloper, terwijl het oostelijk deel nauwelijks van belang is.

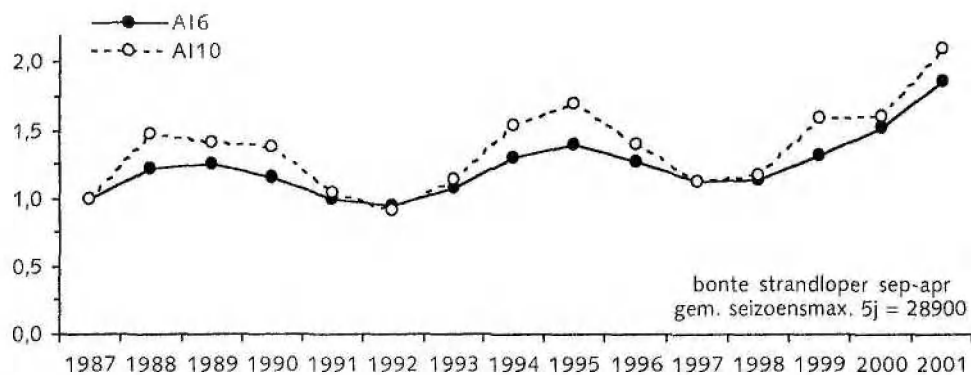
trend

De index-waarde voor augustus-september laat tot en met 1997 een golvend patroon zien (figuur 4.22), waarbij de indexwaarde rond de één schommelt. De afname van de index zet zich voort in 1998 en in 1999 en pas in 2001 lijkt er weer sprake van herstel. De A10 komt alleen in piekjaren boven de A16. Alleen wanneer er een duidelijke toename is in de belangrijkste gebieden, het westen en midden, resulteert dit in een verhoging ten opzichte van de A16-index. Over het algemeen geldt dat er in augustus-september relatief lage aantallen bonte strandlopers aanwezig zijn (zie Tulp *et al.* 2001).



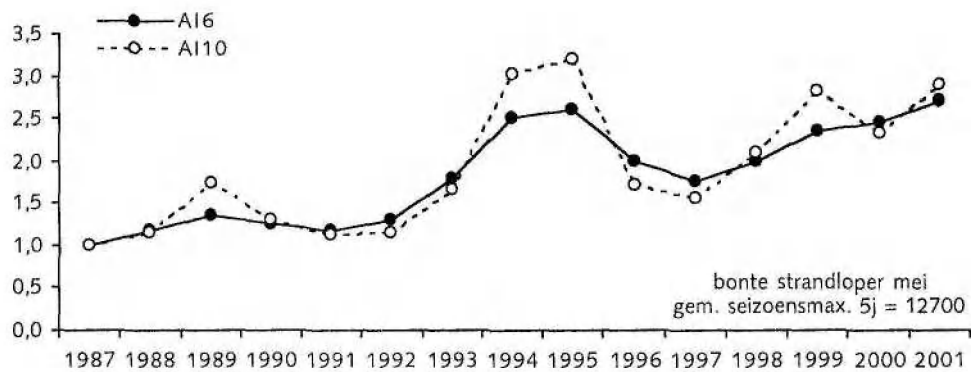
Figuur 4.22 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bonte strandloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september.

De index-waarde van de maanden september-april heeft een duidelijk cyclisch patroon (figuur 4.23), waarbij vanaf 1999 de toename door lijkt te zetten. De A10-index ligt vrijwel altijd boven de A16-index. Dit betekent dat in het belangrijkste gebied voor de bonte strandloper, met name het westelijk deel maar ook het middendeel, de toename relatief sterk is geweest. Opmerkelijk is dat de index voor de augustus-september waarden geen duidelijke toename laat zien.



Figuur 4.23 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bonte strandloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

Ook bij de AI6-index voor de maand mei is sprake van een cyclisch patroon (figuur 4.24). Aanvankelijk is dit minder uitgesproken dan bij de index van de maanden september-april, maar na 1992 neemt de indexwaarde sterk toe om in 1994 en 1995 een top te bereiken. Daarna volgt weer een afname en vanaf 1988 wordt dit weer gevolgd door een toename van de indexwaarde. De toenames zijn sterker dan voor de periode september-april: de indexwaarde is in 2001 een factor 2,5 hoger dan in 1987. De AI10-index laat in sommige jaren aanzienlijke afwijkingen zien. Dit betekent dat de afwijkingen in de indexwaarde vooral veroorzaakt worden door aantalsveranderingen in de belangrijkste gebieden voor de bonte strandloper langs de Westerschelde: west en midden.



Figuur 4.24 Ontwikkeling van de abundantie-index van de bonte strandloper gebaseerd op de gegevens uit de maand mei.

Berrevoets *et al.* (2001) geven aan dat er zowel in de Oosterschelde als de Westerschelde een cyclisch patroon in het aantal vogeldagen van de bonte strandloper bestaat, waarbij een piek van drie jaren gevolgd wordt door een dal van een vergelijkbaar aantal jaren. Tulp *et al.* (2001) hebben laten zien dat de aantallen in het westelijk deel van de Westerschelde relatief stabiel zijn, maar dat vooral in het middendeel van de Westerschelde de aantallen tussen jaren kunnen wisselen. Dit deel is waarschijnlijk dan ook verantwoordelijk voor de verschillen tussen de beide indexwaarden. Het vermoeden bestaat dat het golvend patroon van de trend samenhangt met het voorkomen van koude winters (schrift. med. C. Berrevoets, RIKZ). Tijdens of na een strenge winter dalen de aantallen en duurt het twee tot drie jaar voordat de aantallen weer stijgen.

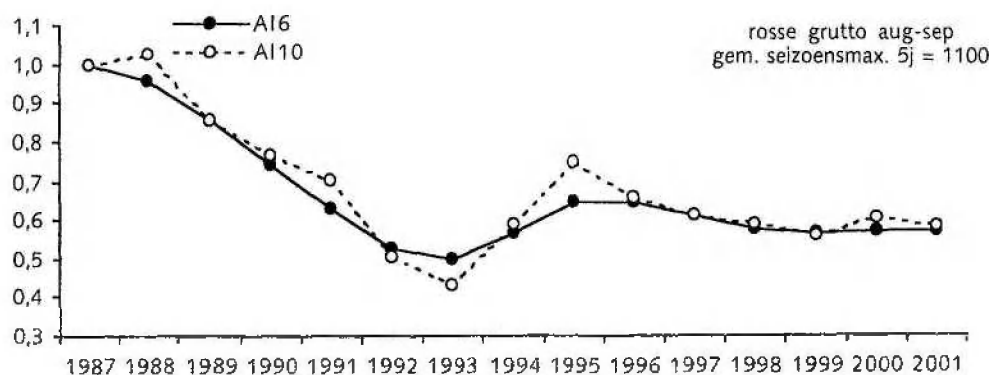
4.2.13 Rosse grutto

algemeen

De rosse grutto is het gehele jaar in de Westerschelde aanwezig. In het aantalsverloop zijn drie duidelijke pieken te onderscheiden: een najaarspiek van enige duizenden vogels, een kleine piek in de midwinterperiode en een duidelijke piek in mei van 4.000-5.000 vogels. Het westelijk deel is het belangrijkste gebied voor de rosse grutto in najaar en winter, maar in mei worden ook in het midden- en oostelijk deel belangrijke aantallen gezien.

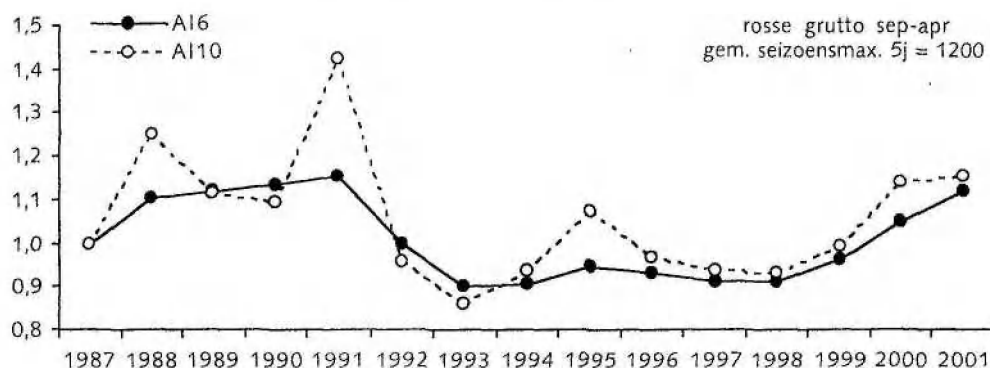
trend

De AI6-index laat voor de maanden augustus-september vanaf 1987 tot en met 1993 een duidelijke afname zien (figuur 4.25). Vervolgens is er een lichte toename tot en met 1995, waarna de index weer een hele lichte afname vertoont. De AI10-index volgt de AI6-index met een dieper dal in 1994 en hogere pieken in 1988, 1991 en 1995. Tulp *et al.* (2001) geven aan dat de afname van de rosse grutto in de nazomer vooral in het middendeel heeft plaatsgevonden.



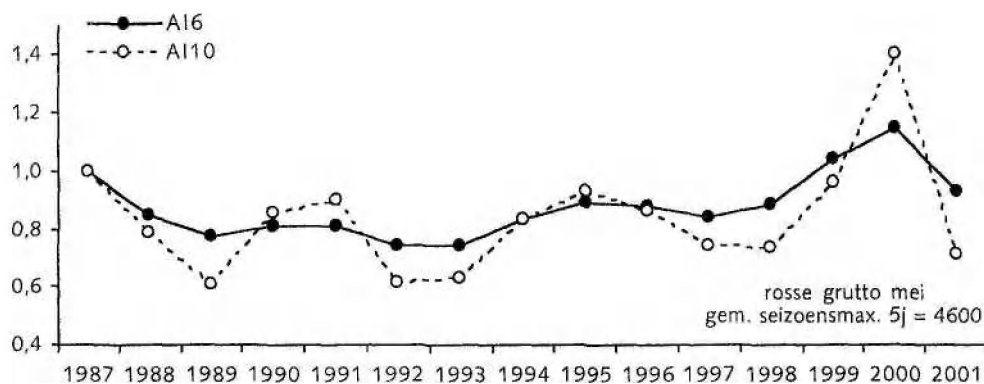
Figuur 4.25 Ontwikkeling van de abundantie-index van de rosse grutto gebaseerd op de gegevens uit de maanden augustus-september.

De AI6-index van september-april (figuur 4.26) laat eerst een lichte toename zien tot en met 1991, vervolgens treedt er een afname op tot 1993. De index blijft vervolgens tot en met 1998 stabiel om in de drie laatste seizoenen weer toe te nemen. De indexwaarde is in 2001 vergelijkbaar met de waarde in 1987. De AI10-index ligt over het algemeen iets boven de AI6-index. Dit geeft aan dat de achteruitgang in de andere gebieden iets sterker is dan in het westelijk deel van de Westerschelde.



Figuur 4.26 Ontwikkeling van de abundantie-index van de roose grutto gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

De AI6-index voor mei (figuur 4.27) laat geen duidelijk patroon zien, maar de eerste zeven seizoenen is er sprake van een lichte afname van de indexwaarde. In 1994 neemt de indexwaarde weer toe en bereikt een maximum in 2000, waarna de waarde in 2001 weer lager ligt. De AI10 waarde ligt met uitzondering van de piekwaarden over het algemeen beneden de AI6-index. De AI10-pieken worden veroorzaakt door hogere aantallen in sommige jaren in het midden en oostelijk deel van de Westerschelde.



Figuur 4.27 Ontwikkeling van de abundantie-index van de roose grutto gebaseerd op de gegevens uit de maand mei.

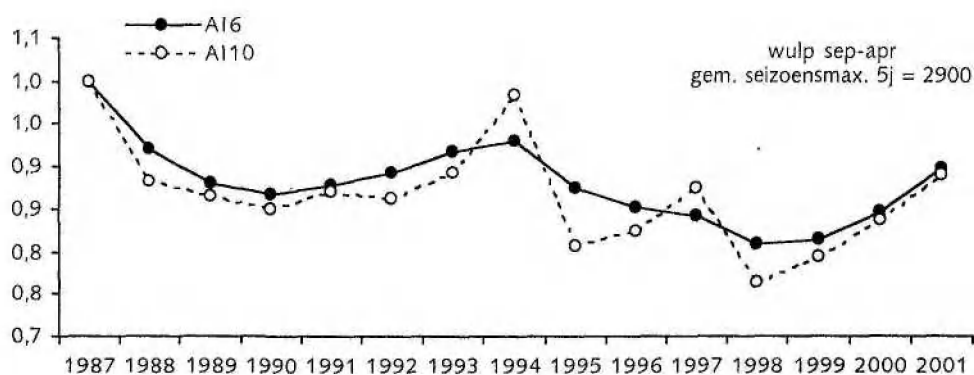
4.2.14 Wulp

algemeen

In de Westerschelde is de wulp het gehele jaar aanwezig. In het najaar, augustus-september, is er een zeer duidelijke najaarspiek, waarna de aantallen afnemen. In januari-februari is er een beduidend kleinere midwinterpiek. Het westelijk deel is vooral belangrijk in de najaarsperiode. In de winterperiode zijn de drie onderscheiden deelgebieden in grote lijnen vergelijkbaar.

trend

De A16-index laat een zeer geleidelijke, lichte afname zien (figuur 4.28). In 1993 en 1994 is er kleine toename, terwijl in de laatste twee seizoenen de indexwaarde weer iets toeneemt. De A110-index ligt over het algemeen iets beneden de A16-index, hetgeen aangeeft dat de afname iets sterker is geweest in het belangrijkste gebied, het westelijk deel.



Figuur 4.28 Ontwikkeling van de abundantie-index van de wulp gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

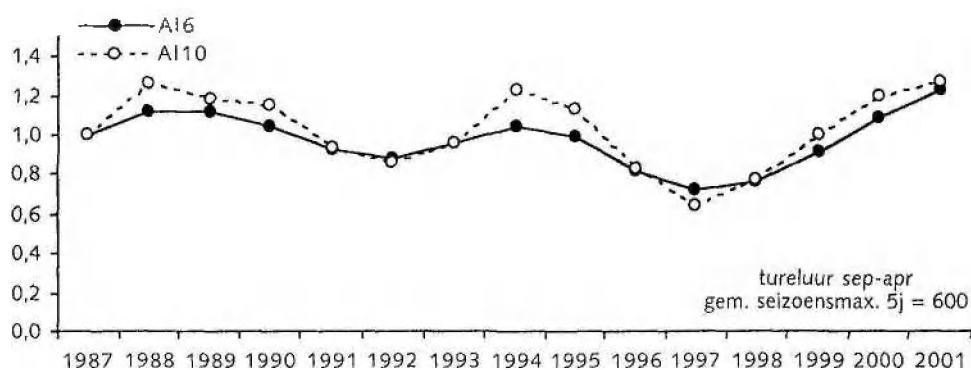
4.2.15 Tureluur

algemeen

De tureluur is het gehele jaar in de Westerschelde aanwezig. De soort is het talrijkst in de periode juni-augustus met een kleinere piek in april-mei. Tussen de deelgebieden bestaan duidelijke verschillen in patronen. In het westelijk deel is het patroon door het jaar stabiel met een korte piek in augustus en mei. In het middendeel is sprake van een duidelijke nazomerpiek met lage aantallen in de winter en vervolgens weer een piek in augustus. In het oostelijk deel worden de hoogste aantallen bereikt in de periode maart-juli.

trend

De A16-index laat een cyclisch patroon zien voor de maanden september-april (figuur 4.29). Aanvankelijk vindt er geleidelijk een verlaging van de indexwaarde plaats maar vanaf 1998 lijkt er duidelijk sprake te zijn van een toename van de indexwaarde. De A110-waarde ligt veelal boven de A16-index. In het westelijk deel neemt het aantal tureluurs af, zodat de verhoogde indexwaarde van A110 vermoedelijk veroorzaakt wordt door het oostelijk deel (zie Tulp *et al.* 2001).



Figuur 4.29 Ontwikkeling van de abundantie-index van de tureluur gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

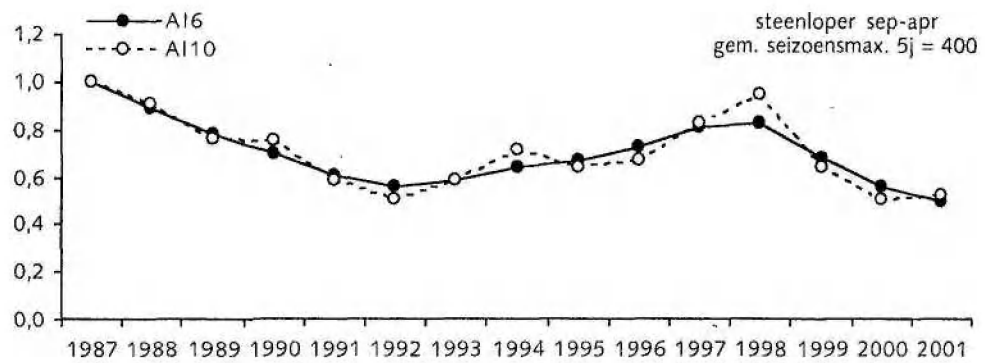
4.2.16 Steenloper

algemeen

De steenloper is het gehele jaar in de Westerschelde aanwezig. In juni is de soort weinig talrijk, maar vanaf juli stijgen de aantallen om in de periode augustus-oktober een piek te bereiken, waarna in november de aantallen lager liggen. Vervolgens blijven de aantallen stabiel om in april-mei geleidelijk af te nemen. Het westelijk deel is het belangrijkste gebied voor de steenloper. Het middendeel kent een minder uitgesproken najaarspiek dan het westelijk deel. Hier zijn maximaal enkele honderden vogels aanwezig.

trend

De A16-index voor de steenloper laat voor de seizoenen tot 1992 een afnemende trend zien (figuur 4.30), maar vervolgens stijgt de index weer licht tot en met 1998. De laatste drie seizoenen is weer sprake van een dalende indexwaarde. De A110-index laat een vergelijkbaar patroon zien. De seizoenen dat deze index boven de waarde van de A110-index ligt, is er sprake van een hoger aantal steenlopers in het westelijk deel van de Westerschelde.



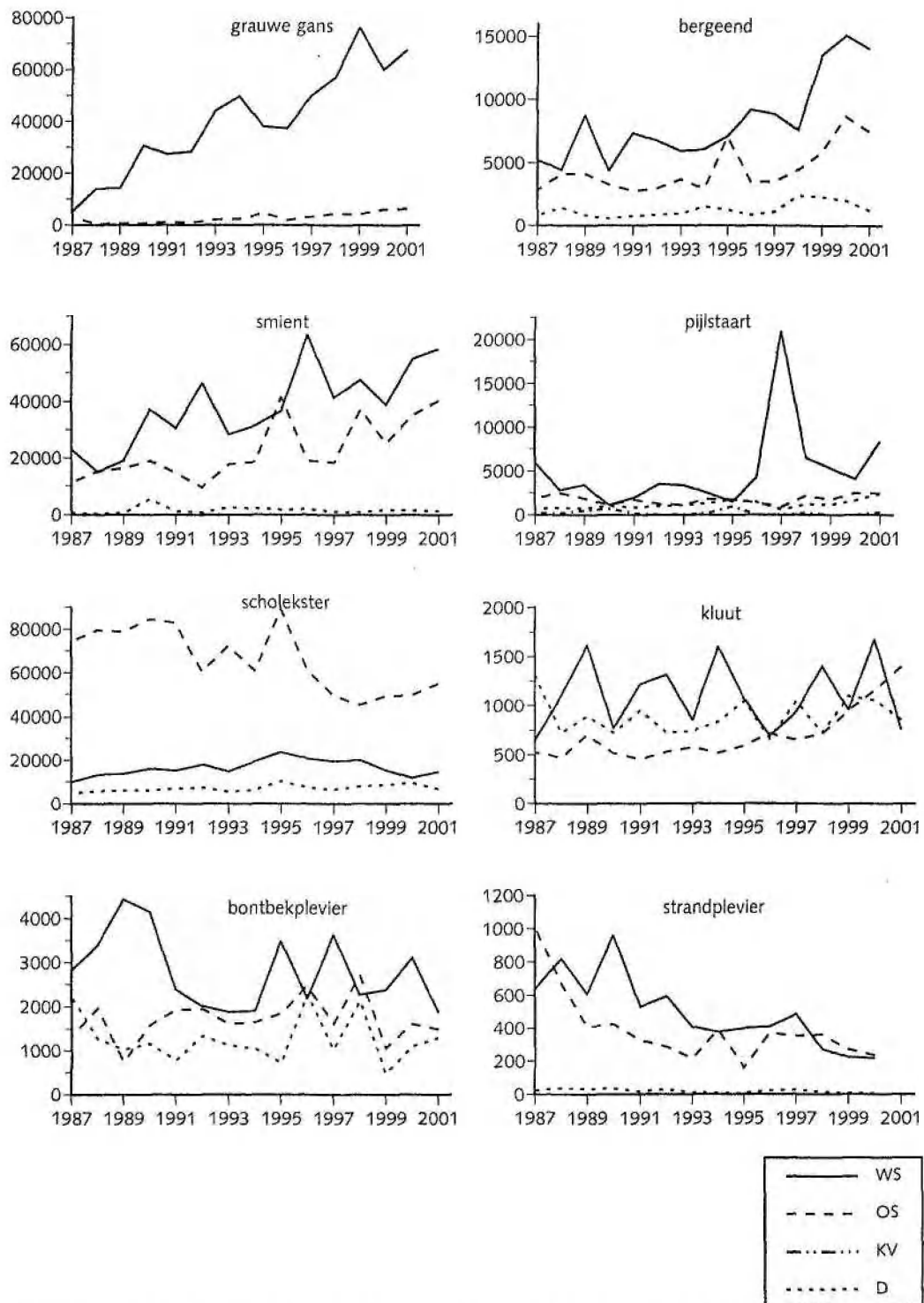
Figuur 4.30 Ontwikkeling van de abundantie-index van de steenloper gebaseerd op de gegevens uit de maanden september-april.

4.3 Vogelaantallen in de Westerschelde ten opzichte van de overige Zoute Delta gebieden

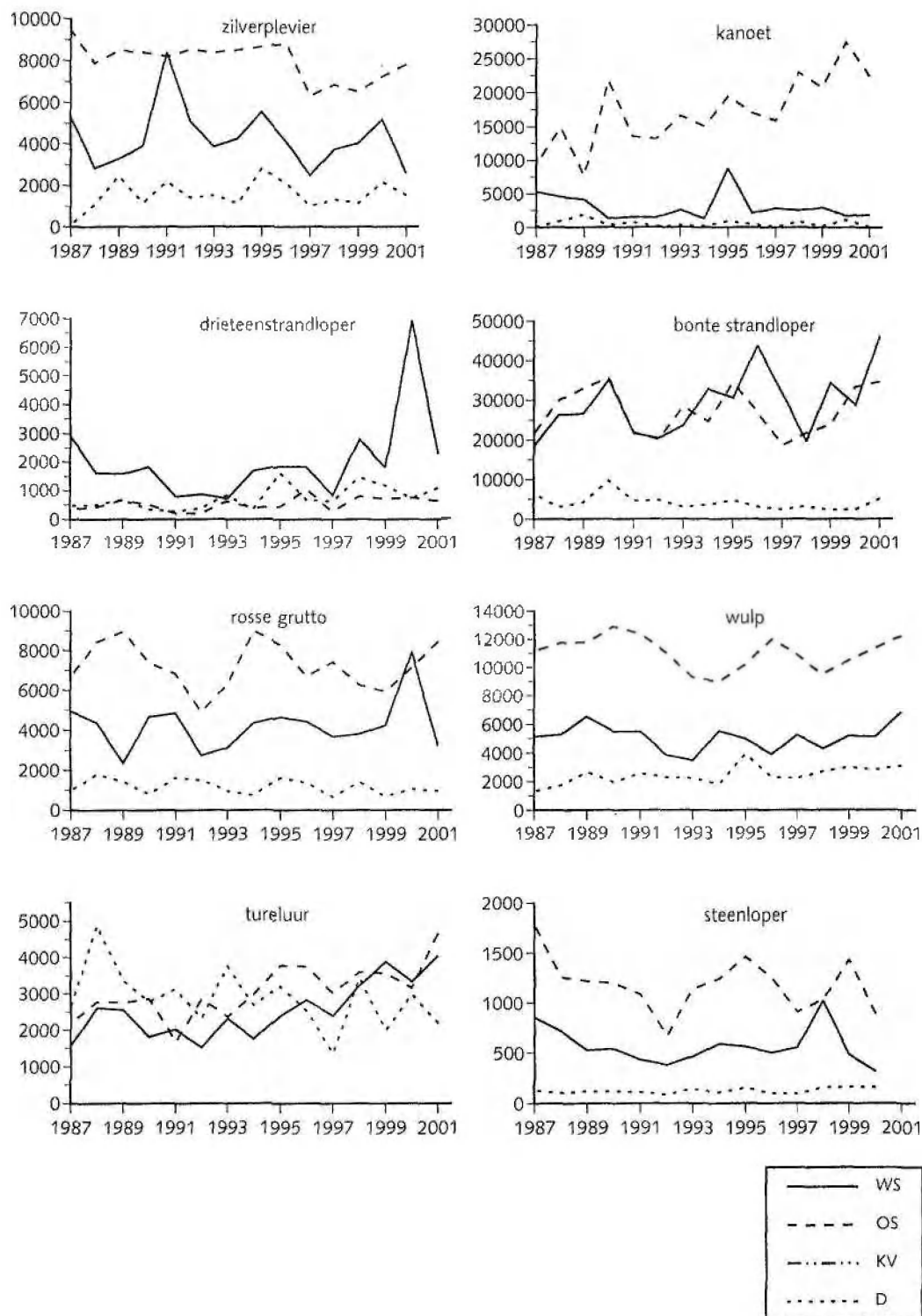
In deze paragraaf worden van de hiervoor besproken zestien soorten de totaal aantallen van de Westerschelde vergeleken met de aantallen in andere bekkens binnen het Deltagebied. Dit biedt de mogelijkheid om eventuele veranderingen ten gevolge van uitwisseling met omliggende bekkens na te gaan in relatie tot de periode van de verruiming. Weergegeven is het seizoensmaximum voor de vier verschillende bekkens (Westerschelde, Oosterschelde, Krammer-Volkerak en rest Deltagebied (bestaande uit Grevelingen en Veerse Meer) voor de periode september t/m april (figuur 4.31 en 4.32).

Over het algemeen kan gesteld worden dat er geen opvallende aantalsveranderingen zijn te onderkennen in de Westerschelde in de periode tijdens en na de verruiming in vergelijking tot de andere bekkens of andersom. De grote en opvallende patronen, die veelal op een groter tijdstraject plaatsvinden, zijn vooral toe te schrijven aan respectievelijk grootschalige populatie ontwikkelingen (gauwe gans, smient en strandplevier), effecten van streng winterweer (bijv. bonte strandloper) en onbekende variërende lokale factoren tussen de bekkens die maken dat soms tijdelijke verplaatsingen plaats vinden tussen de bekkens (zie bijv. bontbekplevier en tureluur). Eerder is al voor een aantal soorten beschreven dat lokale gunstige of ongunstige voedselsituaties voor een belangrijk aantalseffect kunnen zorgen (voor de Westerschelde bijv. bij pijlstaart en wintertaling). Bij enkele vogelsoorten, die schelpdieren eten, lijken lokale factoren een grote invloed te hebben. Bij de scholekster en kanoetstrandloper is voor de Westerschelde een relatie gelegd tussen de aantalsontwikkeling en de fluctuaties in het kokkelbestand, waarbij ook de kokkelvisserij als mogelijke factor is aangestipt. Opvallend is dat in de Oosterschelde, veruit het belangrijkste gebied voor de scholekster in het Deltagebied, een nog opvallender aantalsafname is waar te nemen in het aantal scholeksters dan in de Westerschelde. In het kader van project EVA2 wordt binnenkort de relatie tussen scholeksters en kokkelbestanden geëvalueerd. Opvallend is dat de ontwikkeling van de kanoetstrandloper in de Oosterschelde juist een toename laat zien, in tegenstelling tot de Westerschelde. Ook in dit geval is het aannemelijk dat verschillen in voedselaanbod tussen de Oosterschelde en Westerschelde een rol spelen.

In het licht van de specifieke aandacht voor de ruifunctie van de Westerschelde voor bergeenden, is het belangrijk te constateren dat de toename van ruiende bergeenden in de Westerschelde niet op zichzelf staat maar ook plaats vindt in de Oosterschelde. De aantallen in de Oosterschelde zijn echter duidelijk lager. De Westerschelde is wellicht aantrekkelijker als ruigebied dan de andere bekkens vanwege een geringere verstoring (Geelhoek & Swaan 2002). Het ligt voor de hand de parallele toename van de bergeend in zowel de Wester- als Oosterschelde toe te schrijven aan veranderingen buiten het Deltagebied. Onbekend is of een verschuiving van aantallen binnen Nederland of Europa plaatsvindt. Internationaal gezien is de Duitse Bocht al lange tijd veruit de belangrijkste ruiplek binnen Europa.



Figuur 4.31 Aantallen vogels in de Westerschelde vergeleken met andere bekken binnen het Deltagebied, teneinde eventuele veranderingen ten gevolge van uitwisseling met omliggende bekken na te gaan. Weergegeven is het seizoensmaximum voor de periode september t/m april, voor de vier verschillende bekken afzonderlijk (Westerschelde (WS), Oosterschelde (OS), Krammer-Volkerak (KV) en rest Deltagebied (D, bestaande uit Grevelingen en Veerse Meer).



Figuur 4.32 Aantallen vogels in de Westerschelde vergeleken met andere bekken binnen het Deltagebied, teneinde eventuele veranderingen ten gevolge van uitwisseling met omliggende bekken na te gaan. Weergegeven is het seizoensmaximum voor de periode september t/m april, voor de vier verschillende bekken afzonderlijk (Westerschelde (WS), Oosterschelde (OS), Krammer-Volkerak (KV) en rest Deltagebied (D, bestaande uit Grevelingen en Veerse Meer).

4.4 Trends van niet-broedvogels gerelateerd aan fysische veranderingen van de platen in verschillende deelgebieden in de Westerschelde

4.4.1 Inleiding

Over het algemeen geldt dat niet alle droogvallende slik- en zandplaten in intergetijdengebieden even aantrekkelijk zijn voor watervogels om te foerageren. De hoogste dichtheden aan foeragerende wadvogels tijdens laagwater worden gevonden op slikken die minder dan 50% van de totale tijd droogvallen. Hoge, lang droogvallende platen zijn niet aantrekkelijk, omdat de omstandigheden voor bodemdieren in deze zone niet gunstig zijn (groeiomstandigheden zijn slecht door een korte overstromingsduur van het water). Anderzijds zijn ook de gebieden die slechts kort droogvallen, niet echt aantrekkelijk omdat ze in de eerste plaats maar kort beschikbaar zijn als foerageergebied. In de tweede plaats zijn ook hier de omstandigheden voor bodemdieren ongunstig (Blomert 2002).

De basisvoorwaarde voor het aantrekkelijk zijn van foerageergebieden is in eerste instantie het voedselaanbod. Daar bovenop komt vervolgens de factor beschikbaarheid van dat voedsel voor de verschillende vogelsoorten. Bodemdieren kunnen te diep in het sediment zitten om er met de snavel bij te kunnen. Ook de vochtigheid van het sediment en het voorkomen van waterplassen spelen een rol bij de beschikbaarheid van prooien voor wadvogels. Bodemdieren kruipen weg en worden inactief wanneer het sediment langere tijd droog ligt. In die zin is het een algemeen fenomeen dat veel wadvogels afhankelijk van de prooikeus gedurende de getij-cyclus zoveel mogelijk de waterlijn volgen.

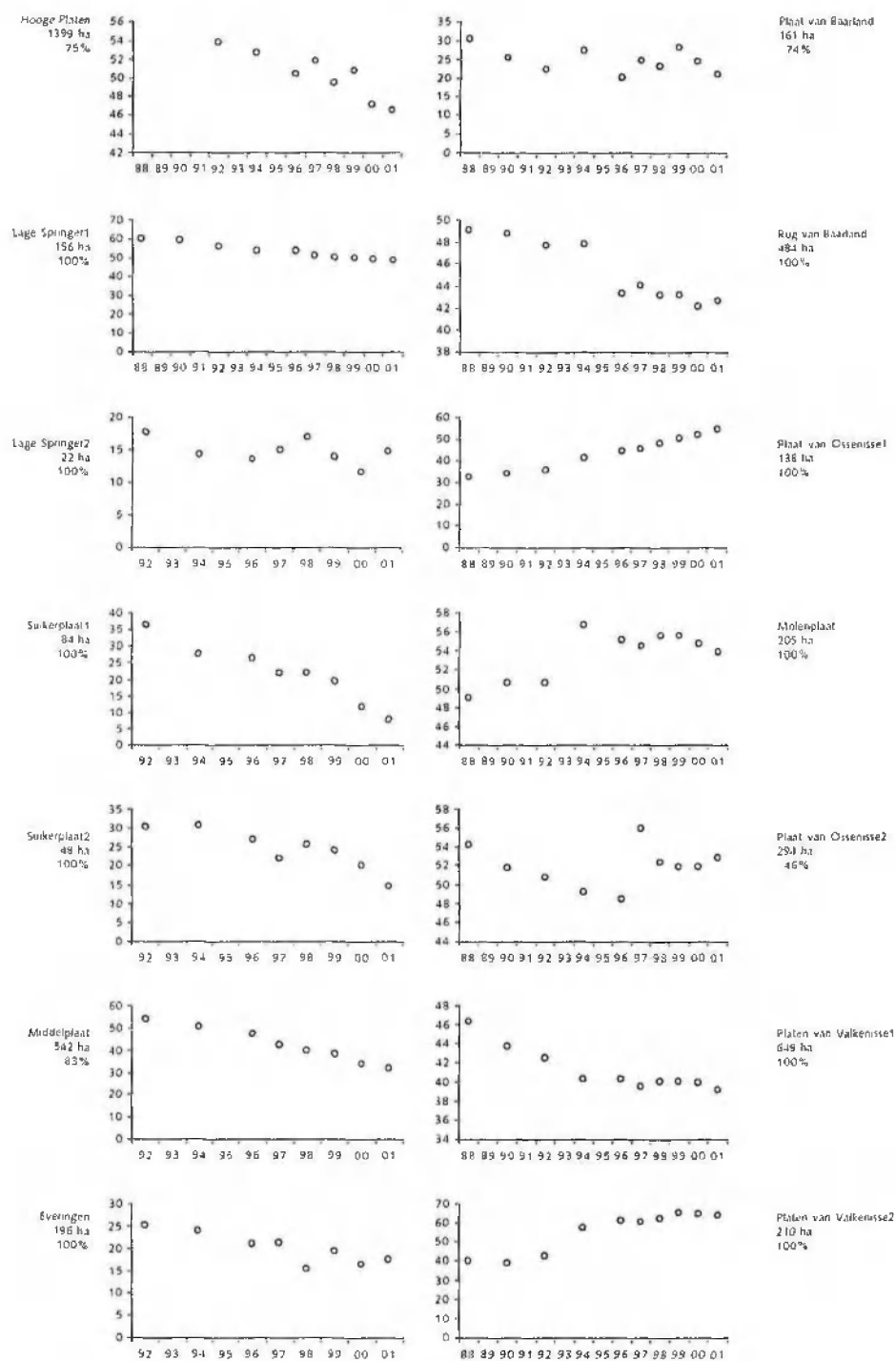
4.4.2 Verwachte effecten van veranderingen in droogligtijd van platen

Met de door het RIKZ geleverde dataset van diepte-veranderingen en getijslag voor de gehele Westerschelde zijn per gridcel van 1 ha de veranderingen in de gewogen droogligtijd van de verschillende platen gereconstrueerd (figuur 4.33). Hieruit komt naar voren dat niet van alle platencomplexen de volledige hoogtegegevens beschikbaar zijn. In het westelijk deel ontbreken gegevens van de Hoge Platen en de Middelplaat en in het middendeel van de Plaat van Baarland en van de Plaat van Ossensisse deelgebied 2.

Voor vrijwel alle platencomplexen in het westelijk deel geldt dat de droogligtijd in de periode 1992-2001 is afgenomen. Dit komt overeen met de door Paree & Dekker (2002) gepresenteerde beeld van het gemiddelde plaatareaal in het westelijk deel van de Westerschelde. Zij geven aan dat vanaf 1999 het plaatareaal zelfs versneld afneemt.

In het middendeel van de Westerschelde is het beeld wisselend. De Plaat van Ossensisse1 laat een toename van de droogligtijd zien, terwijl de Rug van Baarland een afname laat zien. In het oostelijk deel laten de Platen van Valkenisse een redelijk stabiel beeld zien. Dit komt overeen met de gegevens van Paree & Dekker (2002), die ook een stabiele situatie aangeven.

DROOGLICHTJID IN % PER PLAAT IN DE WESTERSCHELDE



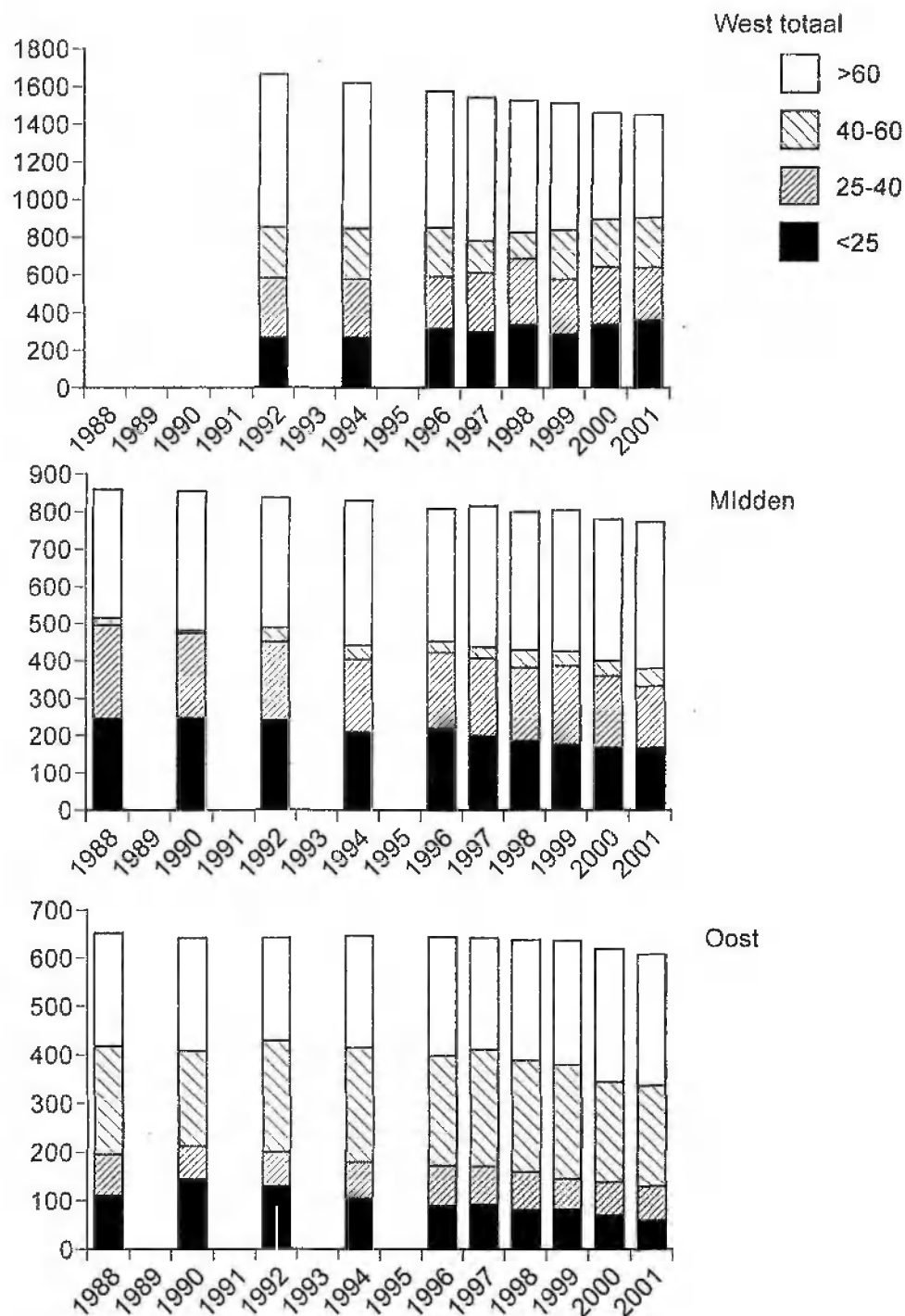
Figuur 4.33 Veranderingen in drooglichtj over de jaren, van 14 platen in de Westerschelde, gerangschikt van west naar oost (zie figuur 1.1 voor de ligging van de platen). Drooglichtj is uitgedrukt als % van een getij-cyclus. Aan de zijanten is per plaat weergegeven het totale oppervlak van de plaat (ha) en het % van dit oppervlak waarvoor gegevens beschikbaar waren.

Er is wel een duidelijk verschil tussen de gegevens van Paree & Dekker (2002) en de in figuur 4.34 en 4.35 gepresenteerde gegevens, waarbij de oppervlakten van de verschillende plaatcomplexen per deelgebied zijn opgeteld. Bij Paree & Dekker (2002) gaat het om de absolute oppervlakte droogvallende platen, terwijl in het tweede geval ook rekening is gehouden met de hoogteligging van de platen. Naar verwachting geeft de tweede methode een beter inzicht in de werkelijke en ook voor wadvogels relevantere veranderingen in de hoogteligging van de platen, aangezien hierbij ook rekening wordt gehouden met de hoogteligging van de individuele gridcellen en de veranderingen daarin.

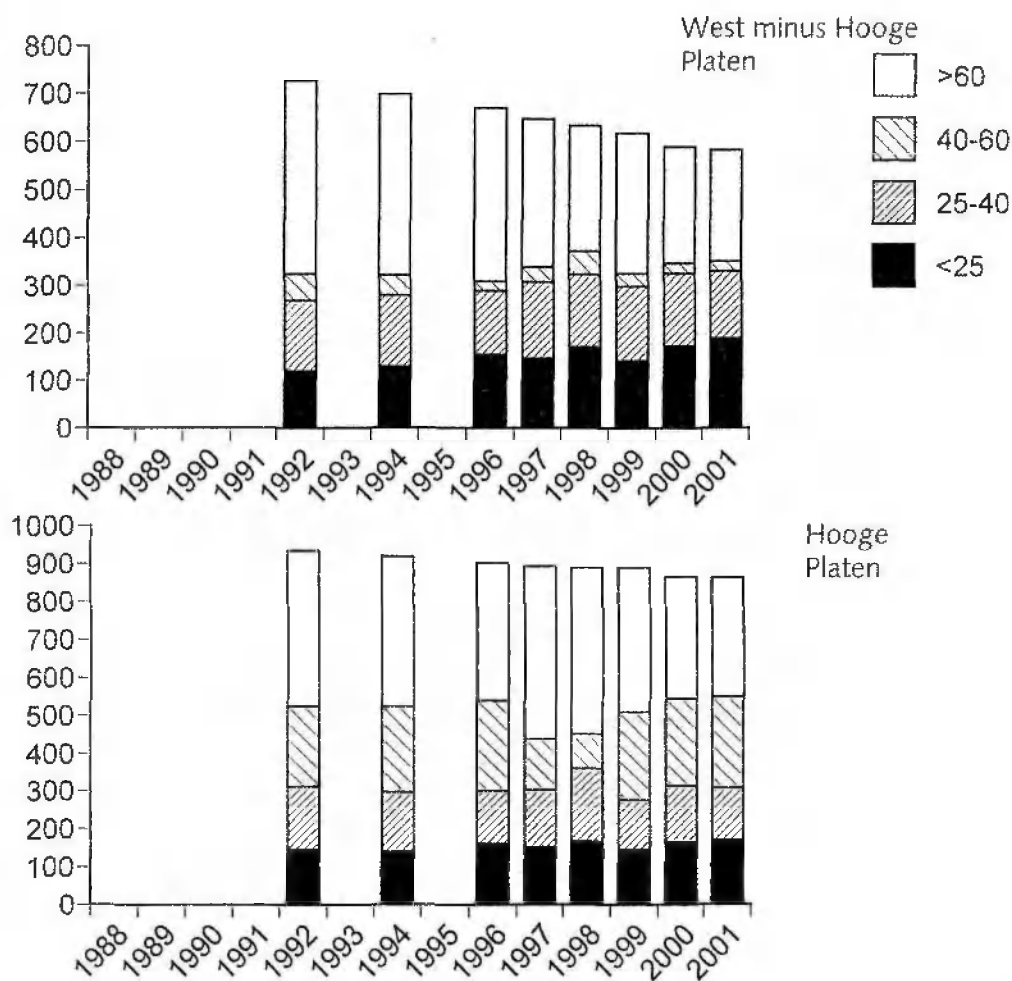
Figuur 4.34 laat zien dat in het westelijk deel van de Westerschelde de totale oppervlakte van de plaatcomplexen afneemt, waarbij met name de oppervlakte langdurig droogvallende platen (>60% droogligtijd) achteruitgaat en de oppervlakte kort droogliggende platen (<25% droogligtijd) toeneemt. De delen met een intermediaire droogligtijd zijn ongeveer gelijk in oppervlakte gebleven, al was er in 1997 en 1998 een tijdelijke afname van de delen met een droogligtijd van 40-60%. In het middendeel gaat eveneens de totale oppervlakte achteruit. De twee hoogst gelegen zones zijn constant of nemen zelfs iets in oppervlakte toe, maar de twee laagst gelegen zones gaan in oppervlakte achteruit. In het oostelijk deel neemt de totaal oppervlakte van de platen eveneens af. Hier neemt echter de oppervlakte langdurig droogliggende platen toe, terwijl alle overige zones in oppervlakte afnemen. Dit geldt met name voor de laagst gelegen zone.

Figuur 4.35 laat zien dat binnen het westelijk deelgebied de ontwikkeling van de Hooge Platen verschilt ten opzichte van de rest. De Hooge Platen nemen licht af in oppervlakte: vooral de hoogst gelegen zone gaat achteruit in oppervlakte, terwijl de overige hoogtezones gelijk blijven in oppervlakte met een tijdelijke afname in 1997 en 1998. De overige plaatcomplexen in het westelijk deel laten een veel sterkere achteruitgang zien van de totale oppervlakte. Deze wordt veroorzaakt door een achteruitgang van de hoogst gelegen zone. De lager gelegen zones nemen zelfs in oppervlakte toe.

Er zijn twee onderzoeken beschikbaar waarbij is gekeken naar de relatie tussen droogligtijd van platen en de dichtheid aan foeragerende wadvogels (Van Kleunen 1999 en Blomert 2002). Het eerste onderzoek is gebaseerd op een analyse van een beperkte dataset aan telgegevens in de Westerschelde, het tweede onderzoek betreft een systematischer opzet met een uitgebreidere analyse van gegevens van proefvlakken in de Waddenzee. Beide datasets zijn gebruikt om een eerste berekening/inschatting uit te voeren om de theoretisch verwachte verandering in het aantal vogels in de Westerschelde te berekenen als gevolg van de veranderende arealen met verschillende droogligtijden. Hierbij kunnen de verschillende jaren voor, tijdens en na de verruiming (1997 en 1998) met elkaar vergeleken worden. Bij deze 'exploratieve' analyse dient opgemerkt te worden dat alleen gebruik is gemaakt van droogligtijd als voorspeller van wadvogeldichtheden. Een factor die ook van belang is betreft de morfologie van het substraat (i.v.m. aanbod voedsel). Deze is verschillend tussen de Waddenzee en de Westerschelde.



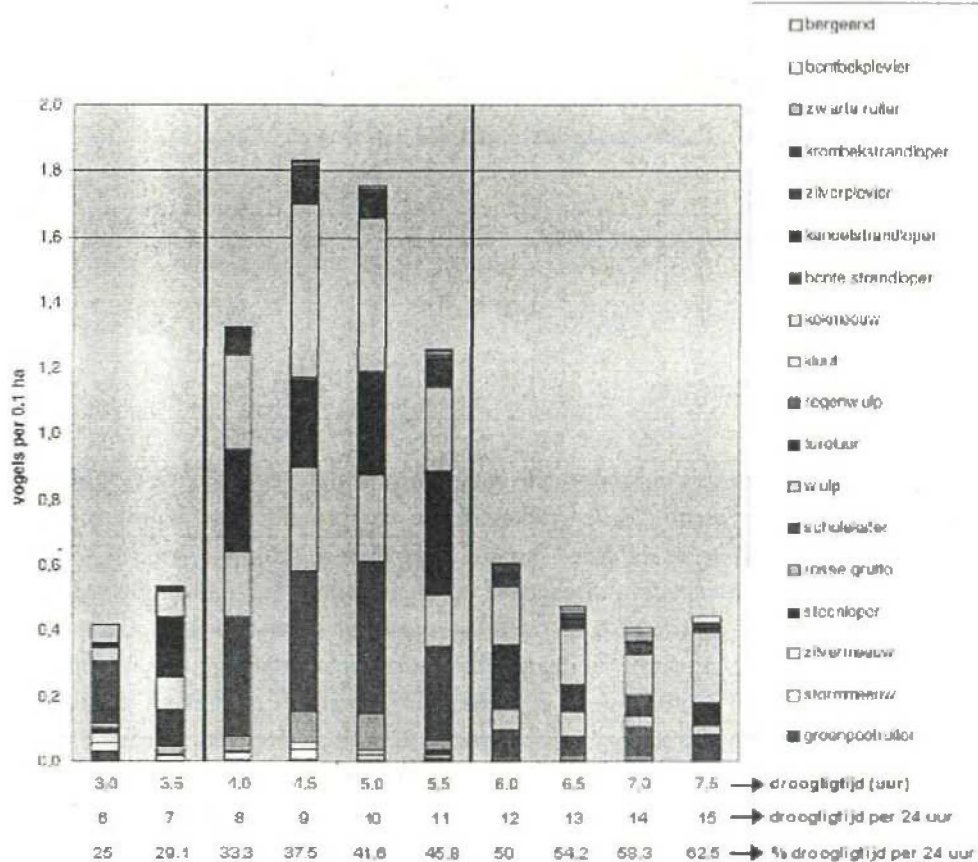
Figuur 4.34 Veranderingen in het totaal aantal hectaren droogvallende platen en slikken in de Westerschelde gedurende de periode 1988 tot en met 2001 met een onderverdeling naar gebieden met een verschillende droogligtijd (uitgedrukt als % van een etmaal). De gearceerde klassen betreffen de gebieden waar de meeste steltlopers tijdens laagwater foerageren, waarbij de hoogste dichtheden foeragerende vogels in de klasse van 25-40% droogligtijd voorkomen (Blomert 2002).



Figuur 4.35 Veranderingen in het totaal aantal hectaren droogvallende platen en slikken voor het deelgebied West zonder de Hooge Platen en voor de Hooge Platen separaat gedurende de periode 1992 tot en met 2001, met een onderverdeling naar gebieden met een verschillende droogligtijd (uitgedrukt als % van een etmaal). De gearceerde klassen betreffen de gebieden waar de meeste steltlopers tijdens laagwater foerageren, waarbij de hoogste dichtheden foeragerende vogels in de klasse van 25-40% droogligtijd voorkomen (Blomert 2002).

Voor de verschillende deelgebieden en op het niveau van individuele platen zijn veranderingen en eventuele effecten hiervan voor wadvogels nader uitgewerkt, waarbij een onderscheid is gemaakt in vier droogligtijdclassen, respectievelijk plaatdelen met een droogligtijd van <25%, 25-40%, 40-60% en > 60%. De eerste drie droogligtijdclassen zijn het belangrijkste voor foeragerende steltlopers omdat hier gedurende de laagwaterperiode de grootste dichtheden aan foeragerende wadvogels voorkomen (zie tabel 4.1, Blomert 2002, Van Kleunen 1999).

In figuur 4.36, overgenomen uit Blomert (2002), komt naar voren dat in de Waddenzee rond laagwater de hoogste dichtheden aan vogels voorkomen in de hoogtezones die 25-60% van de tijd droogliggen.



Figuur 4.36 Dichtheden wadvogels in de Waddenzee in relatie tot drooglijgtijd volgens Blomert (2002). Aangegeven zijn de grenzen van de drie drooglijgtijd-klassen volgens welke foerageergebieden voor wadvogels zijn ingedeeld. Deze indeling is gebruikt in dit rapport om berekeningen te doen van veranderingen van het totaal aantal vogels ten gevolge van plaatveranderingen ten gevolge van de verruiming.

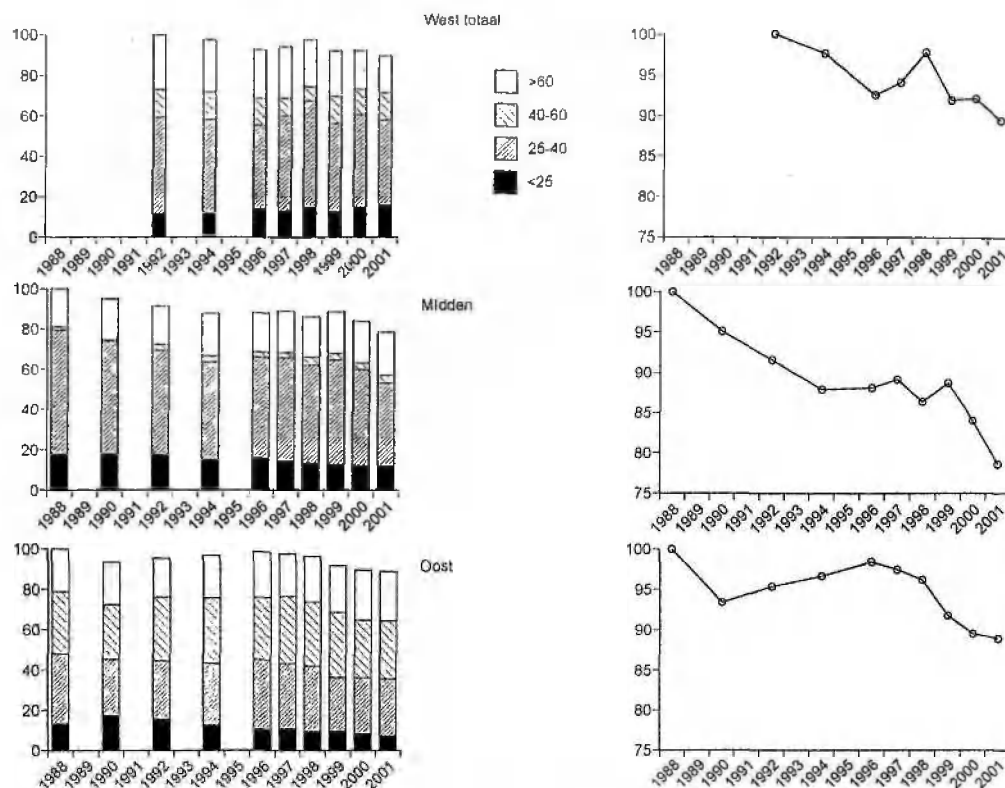
Van Kleunen (1999) vond de grootste dichtheden in de hooggelegen delen van de Westerschelde, met name op de slikken in het westelijke deel van de Westerschelde (tabel 4.1). Het grootste deel van deze hoge dichtheden kwam op conto van de bonte strandloper. Overigens zijn de slikken bij de hier gepresenteerde platenanalyse buiten beschouwing gelaten, vanwege het ontbreken van gegevens over hoogteligging van de slikken binnen het Verdrongen land van Saeftinge en de moeilijkheid om de resterende individuele slikranden te onderscheiden. De platen betreffen 63% van het totaal areaal platen en slikken samen die van belang zijn als foerageergebied voor wadvogels in de Westerschelde.

Tabel 4.1 Maximum dichtheden wadvogels voor platen van verschillende droogligtijdklasse uit onderzoek van Blomert (2002) en van Kleunen (1999), die gebruikt zijn om effecten van veranderende plaatarealen met verschillende hoogteliggingen te berekenen.

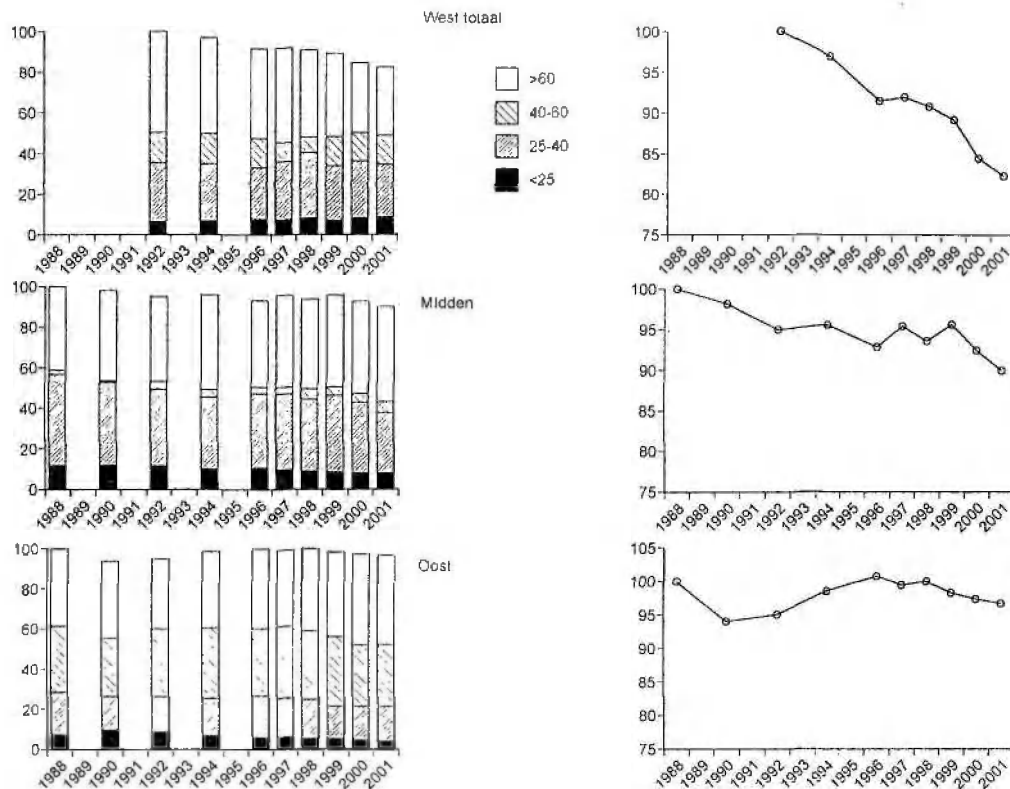
Droogligtijdklasse	<25	25-40	40-60	>60
Max. dichtheid vogels Blomert 2002	5,3	18,2	6,1	4
Max. dichtheid vogels Van Kleunen 1999				
- met bonte strandloper	4,0	4,2	7,9	13,2
- zonder bonte strandloper	4,0	3,8	3,3	2,6

Om de effecten van veranderende plaatarealen met verschillende hoogteliggingen met behulp van de dichtheidsverschillen zoals vastgesteld door Blomert (2002) en Van Kleunen (1999) in te schatten en de hypothesen zoals binnen MOVE opgesteld te toetsen, is een berekening uitgevoerd op basis van beide gegevenssets. Daardoor is een eerste indicatie verkregen van de te verwachten veranderingen. De vraag die hierbij gesteld moet worden is of de dichtheidsrelaties met hoogteligging uit beide onderzoeken gebruikt mogen worden voor een dergelijke analyse, aangezien onduidelijk is of de gevonden dichtheidsrelaties toepasbaar zijn voor deze exercitie. In eerste instantie lijkt de analyse van Van Kleunen het meest geschikt, omdat de gegevens in de Westerschelde zelf zijn verzameld. Het nadeel van deze analyse is dat de gegevens gebaseerd zijn op slechts een tweetal integrale tellingen in januari en februari 1990. Bij dit onderzoek is bovendien niet gewerkt met proefvlakken, waarin gedurende de gehele tijdsyclus tellingen zijn verricht. Voor de Waddenzee dataset geldt dat het onderzoek zeer gedegen is opgezet, maar de vraag blijft in hoeverre dichtheidsrelaties in de Waddenzee toepasbaar zijn in de Westerschelde. Besloten is daarom om beide datasets te gebruiken als eerste indicatie, met als doel te kijken wat een dergelijke benadering oplevert.

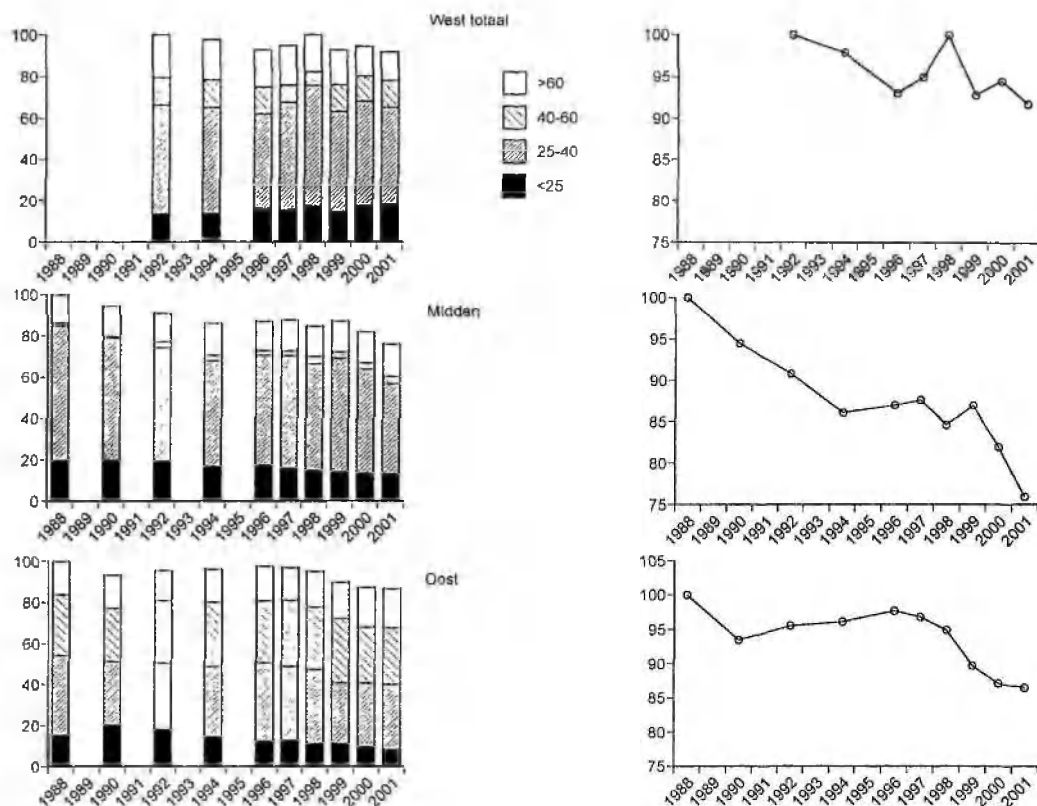
Ter controle van de toepasbaarheid van de Waddenzee-dataset is een berekening uitgevoerd op basis van de dichtheidsgegevens van Blomert (2002) en het areaal platen met verschillende droogligklassen. Bij vergelijking met de werkelijk getelde aantallen wadvogels in de gehele Westerschelde blijkt dat dat aantal hoger ligt dan het berekende aantal. Voor steltlopers schommelde het gemiddelde in de wintermaanden december tot en met februari rond de 41.000 vogels in de periode tussen 1992 en 2001, ruim het dubbele van het berekende aantal 'wadvogels'. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat een deel van de vogels in de Westerschelde ook op de slikranden grenzend aan het vaste land en in het Verdrongen land van Saeftinge foerageert. Met inachtneming van de verhouding tussen het totaal oppervlak platen (4590 ha) en het totaal aantal hectaren platen en slikken (7340 ha), benadert het totaal aantal vogels voorspeld in de Westerschelde volgens de Waddenzee dichtheden van Blomert (2002) de werkelijke aantallen in de westerschelde (berekening is 90% van de werkelijk getelde aantallen).



Figuur 4.37 Relatieve veranderingen in het aantal wadvogels volgens de dichtheidsrelaties van Blomert (2002) per areaal platen met verschillende droogligklassen (figuren links) en voor de Westerschelde totaal, ingezoomd (figuren rechts). Het eerste jaar 1988 is bij wijze van index op 100% gesteld.



Figuur 4.38 Relatieve veranderingen in het aantal wadvogels volgens de dichtheidsrelaties van Van Kleunen (1999) (inclusief de bonte strandloper) per areaal platen met verschillende droogligklassen (figuren links) en voor de Westerschelde totaal, ingezoomd (figuren rechts). Het eerste jaar 1988 is bij wijze van index op 100% gesteld.



Figuur 4.39 Relatieve veranderingen in het aantal wadvogels volgens de dichtheidsrelaties van Van Kleunen (1999) (exclusief de bonte strandloper) per areaal platen met verschillende droogligklassen (figuren links) en voor de Westerschelde totaal, ingezoomd (figuren rechts). Het eerste jaar 1988 is bij wijze van index op 100% gesteld.

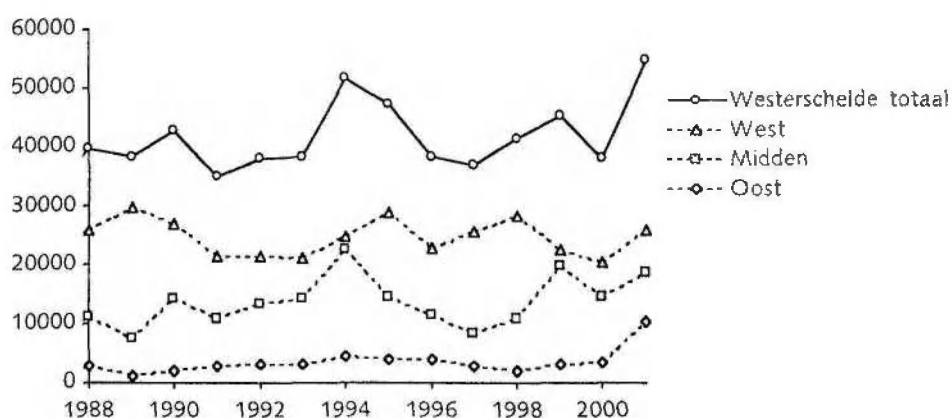
Berekeningen van veranderingen van aantallen wadvogels met behulp van dichtheidsrelaties van Blomert (2002) en Van Kleunen (1999) exclusief de bonte strandloper lijken veel op elkaar. Volgens beide berekeningen worden er in het westelijk deel van de Westerschelde positieve veranderingen in de aantallen vogels in de jaren van de verruiming verwacht. Het gaat hier om een effect van ongeveer 5%. Volgens de berekening met de analyse van Van Kleunen (1999) inclusief de bonte strandloper blijft dit effect achterwege. Zoals eerder aangegeven heeft dit te maken met de uitzonderlijk hoge dichtheid aan bonte strandlopers, die in het westelijk deel van de Westerschelde in 1990 zijn gevonden. De hier vastgestelde relatie tussen lange droogligtijd en hoge dichtheid bonte strandlopers rekent zich voor de Hooge Platen in een te grote mate door (omdat hier op de hoogste delen weinig door bonte strandlopers en andere wadvogels wordt gefoerageerd), waardoor het effect van veranderende plaatarealen met een kortere doorligtijd verdwijnt.

Uit figuur 4.37 tot en met 4.39 blijkt dat voor alle drie de deelgebieden in de Westerschelde afnemende aantallen wadvogels verwacht mogen worden. De afnames volgens berekende indexen zijn samengevat in tabel 4.2.

Tabel 4.2. Voorspelde afname 'wadvogels' in percentage op basis van relaties tussen vogeldichtheden en droogligtijden en vastgestelde veranderingen in areaal platen met verschillende droogligtijd in de periode 1992-2001 (RIKZ).

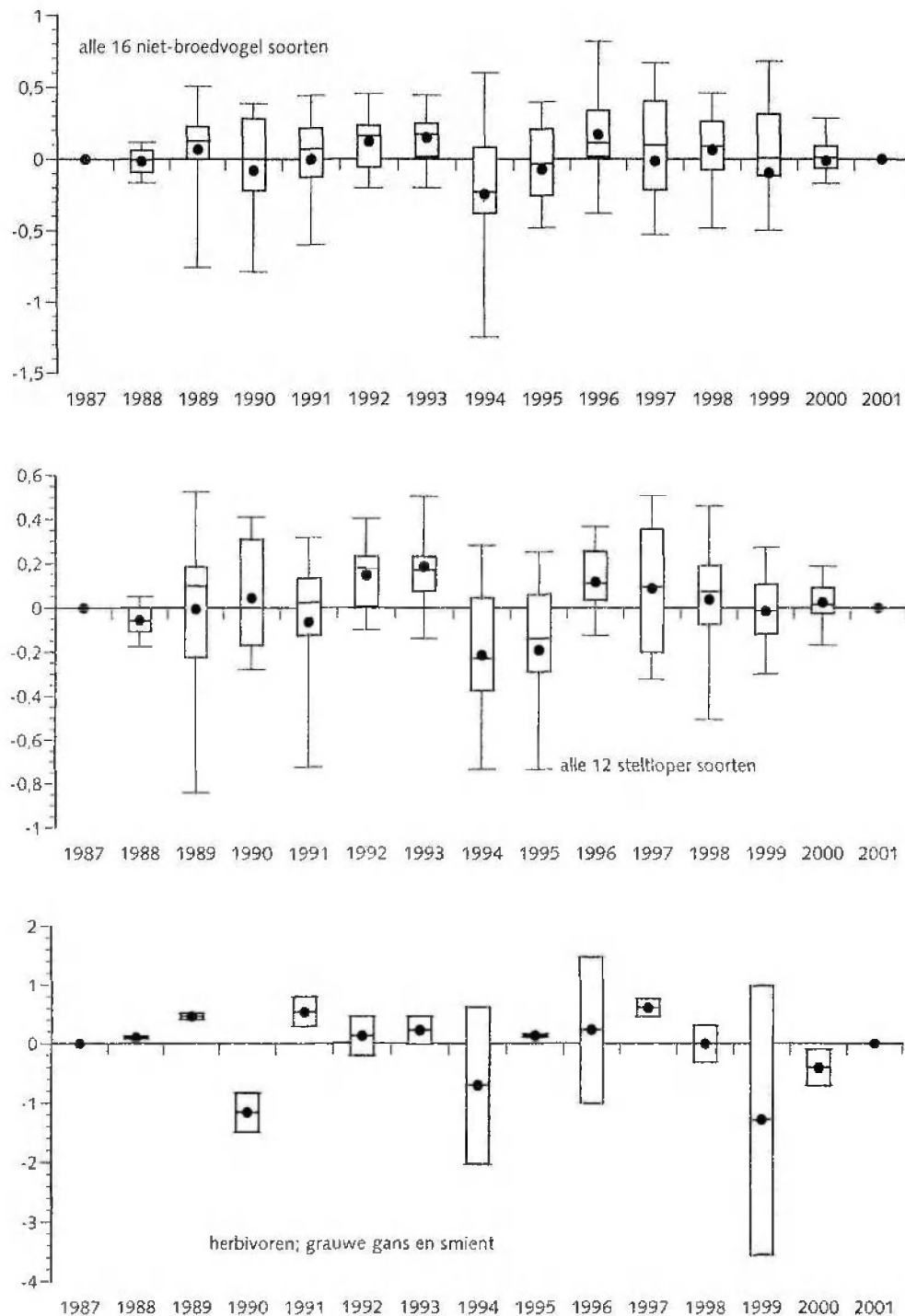
Deelgebied in Westerschelde	Voorspelde afname m.b.v. Blomert 2002	Voorspelde afname m.b.v. Van Kleunen 1999
West	-10,5	-8,2
Midden	-14,1	-16,4
Oost	-6,7	-9,5
Totaal	-11,4	-11,0

De hierboven beschreven voorspellingen kunnen vergeleken worden met aantalsontwikkelingen in de verschillende deelgebieden zoals die in werkelijkheid zijn vastgesteld (figuur 4.40). Wat betreft de structurele trend van afnemende arealen foerageerhabitat in de periode 1992-2002, is geen langlopende negatieve trend detecteerbaar die hier aan toegeschreven zou kunnen worden. De groep steltlopers (alle soorten bij elkaar) laat voor de verschillende deelgebieden voornamelijk fluctuerende aantalsontwikkelingen zien met een dominante rol voor schommelingen op populatieschaal en wintereffecten zoals besproken in paragraaf 4.3.

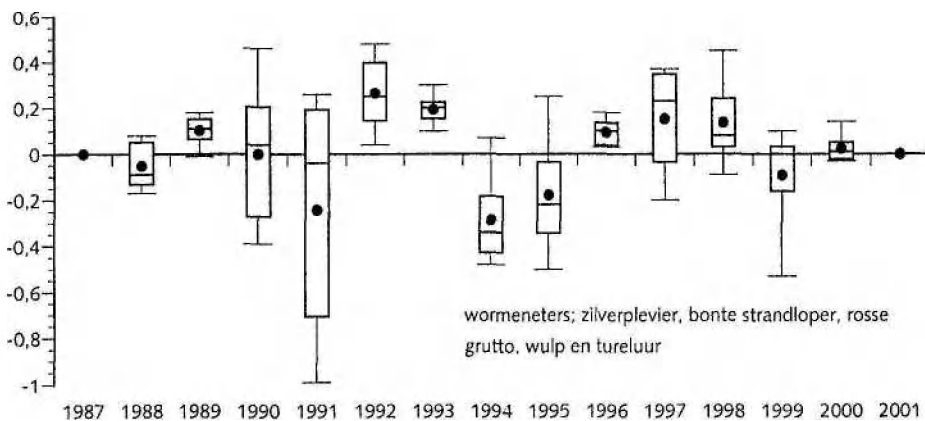
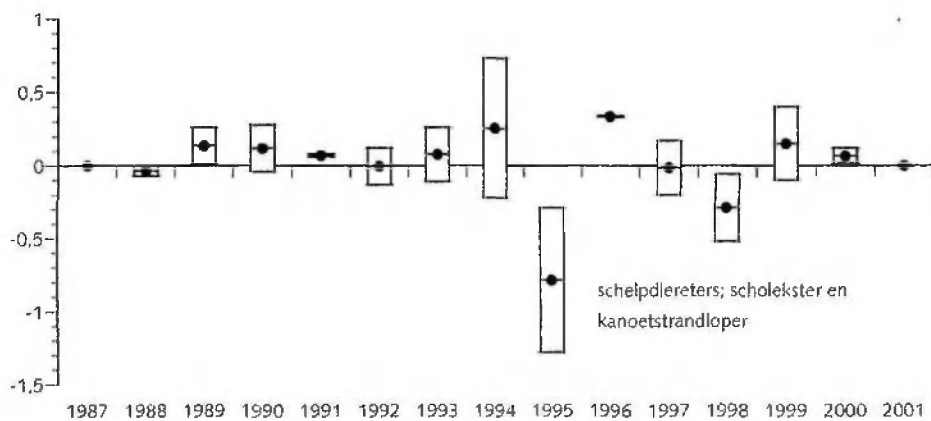
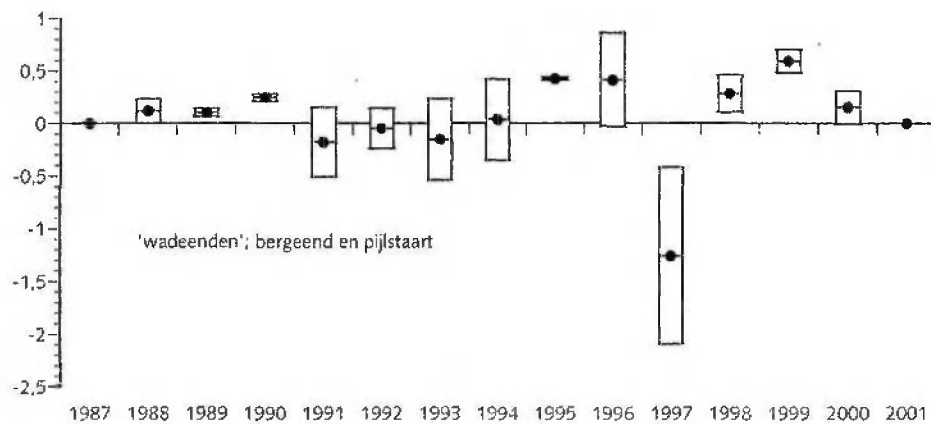


Figuur 4.40 Het aantalsverloop van het totaal aantal steltlopers gedurende de seizoenen 1988-2001 (alle soorten bij elkaar) in de Westerschelde in de winterperiode (maanden december t/m januari) (voor het gehele gebied en voor de drie deelgebieden afzonderlijk).

Een analyse van buigpunten in trends uit de GAM-analyse zijn voor de periode september-april samengevat voor verschillende soortsgroepen (figuur 4.41). Voor de overige onderscheiden perioden staat dit weergegeven in de figuren in bijlage C. De analyse van buigpunten van trends leent zich goed om trendbreukpatronen op te sporen tijdens of na de verruiming. Zoals bij de 'overall' trends in de soortbesprekingen in paragraaf 4.2 spelen ook bij buigpunten, lees trendveranderingen, schommelingen op populatieschaal en wintereffecten een voorname rol. Bij bijvoorbeeld herbivore soorten als grauwe gans en smient spelen beide een rol, waarbij de 'verruimingsjaren' 1997 en 1998 geen opvallende veranderingen laten zien (periode september tot en met april). Dit is ook niet te verwachten bij de vogels van deze soortgroep die weinig op de platen en slikken te zoeken hebben. Voor de 12 geselecteerde steltlopersoorten ligt dit anders. Gemiddeld zijn voor de jaren 1997 en 1998 voor het winterhalfjaar positieve buigpunten vastgesteld, maar deze worden ook al in 1996 gevonden. In 1996 speelt mogelijk een wintereffect een rol en moeten positieve buigpunten in de jaren na 1994 en 1995 vooral gezien worden als een herstel naar een normale situatie na het strenge winterweer van deze twee jaren. In hoeverre de positieve buigpunten in 1997 en 1998 ook nog als het herstel ten opzichte van de seizoenen 1994 en 1995 met streng winterweer gezien moeten worden is de vraag. Mogelijk dat hier zoals eerder gerapporteerd ook een positief effect van de verruiming een rol zou kunnen spelen. Wanneer nader gekeken wordt naar de steltlopergroep (figuur 4.42) blijkt dat voor de schelpdiereters scholekster en kanoetstrandloper negatieve buigpunten zijn vastgesteld in 1997 en 1998. Zoals eerder gerapporteerd zou dit te maken kunnen hebben met een verslechterde situatie van hun voedsel. Bij de wormeters daarentegen wordt een patroon in buigpunten gevonden dat zou passen in een tijdelijk positief effect van de verruiming ten gevolge van een gunstige plaatverdeling t.a.v. droogligtijden en daarmee gerelateerd een gunstiger voedselaanbod. De buigpunten in 1997 en 1998 liggen hoger dan in 1996, direct volgend op twee strenge winters. Zoals eerder voor de bonte strandloper is aangegeven, is het waarschijnlijk dat hier eerder sprake van een herstel op populatie niveau na een strenge winter dan van een aantalsontwikkeling in reactie op fysische veranderingen in het gebied door de verruiming.



Figuur 4.41 Buigpunten in trends voor verschillende soortsgroepen voor de periode september-april. Weergegeven is het gemiddelde (gesloten symbool), de range waarbinnen 50% van de gegevens ligt (box) en de range waarbinnen 80% van de gegevens ligt (verticale lijnen).



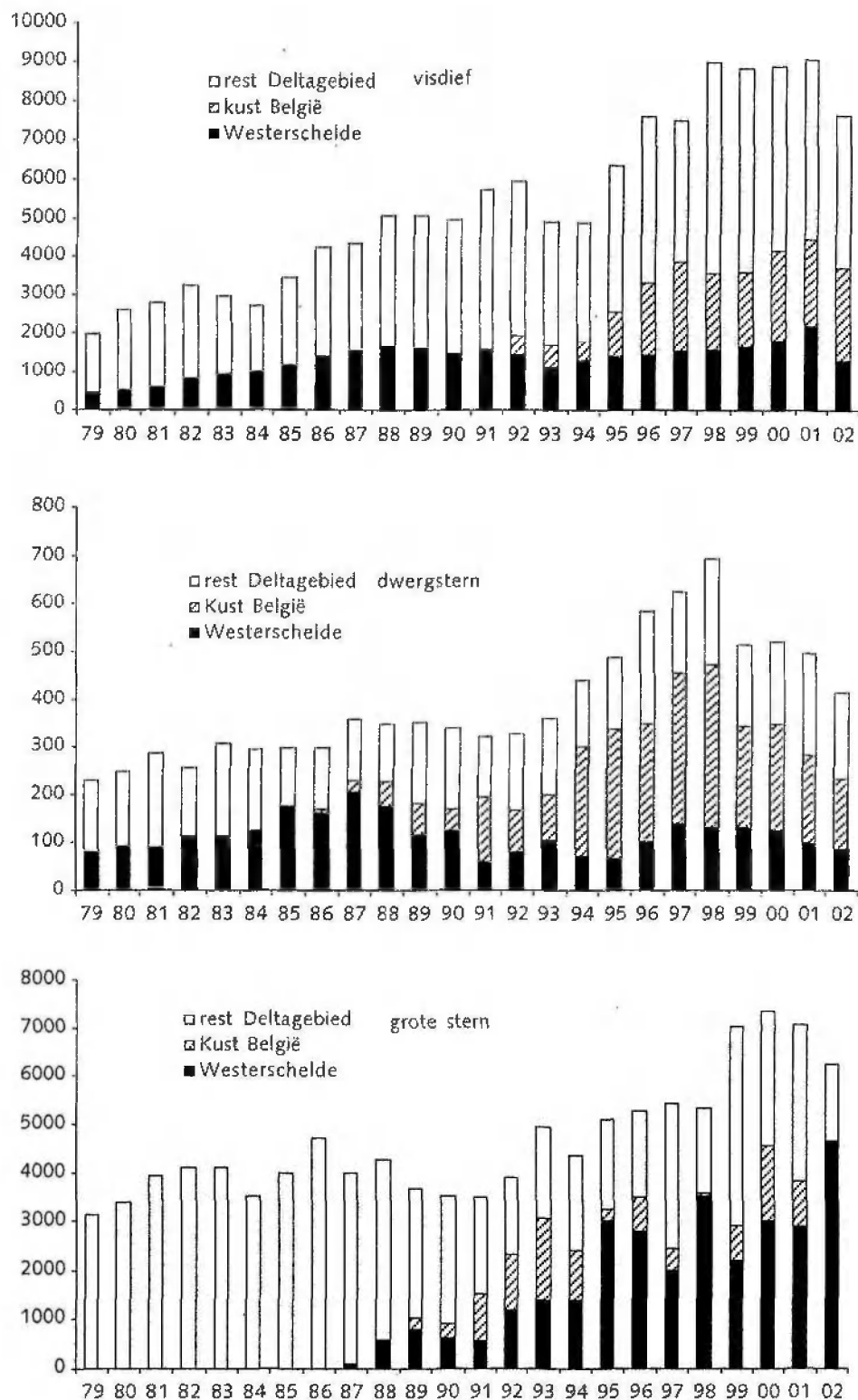
Figuur 4.42 Buigpunten in trends voor verschillende soortsgroepen voor de periode september-april. Weergegeven is het gemiddelde (gesloten symbool), de range waarbinnen 50% van de gegevens ligt (box) en de range waarbinnen 80% van de gegevens ligt (verticale lijnen).

4.5 Trends broedvogels

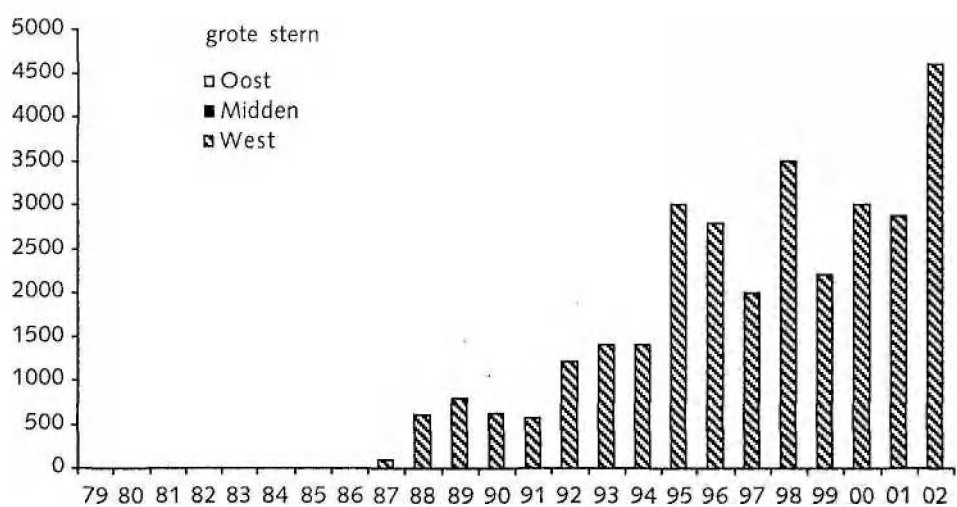
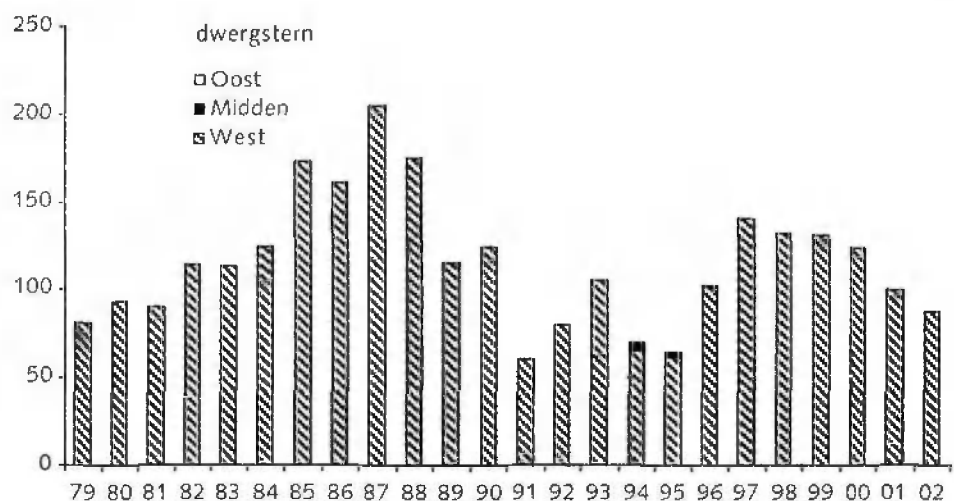
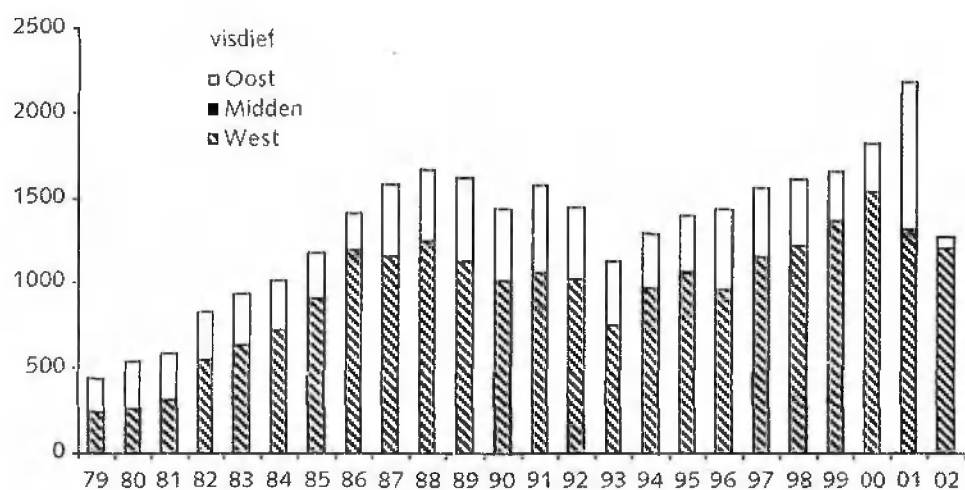
In deze paragraaf worden de aantallen broedparen van visdief, dwergstern en grote stern gepresenteerd. Het betreft het totaal aantal in de Westerschelde in vergelijking tot omliggende deelgebieden in de regio (figuur 4.43) en het totaal aantal van de deelgebieden binnen de Westerschelde (figuur 4.44).

De aantallen broedparen van visdief, grote stern en dwergstern in de totale regio (inclusief de Westerschelde) hebben in de jaren negentig een opvallende gestage toename laten zien. Voor de visdief en grote stern geldt dat deze toename nog steeds in de Westerschelde optreedt. Bij de dwergstern vindt de laatste jaren in de Westerschelde echter weer een afname plaats. Bij de grote stern zijn tussen regio's en de Westerschelde complementaire patronen zichtbaar die wijzen op uitwisseling van broedparen (mogelijk ten gevolge van lokaal ongunstige omstandigheden). Recent heeft bij de grote stern een grote verschuiving plaatsgevonden van broedparen van de Hompelvoet in de Grevelingen naar de Hooge Platen in de Westerschelde.

De vraag kan gesteld worden of het voortdurende proces van de vermindering van het areaal ondiep water in de Westerschelde effecten zou kunnen hebben op de aantallen broedparen van deze drie soorten sterns. Van de grote stern is bekend dat zij buitengaats foerageren, waarbij ze in een groot gebied langs de kust foerageren, terwijl de dwergstern nabij de kolonies voedsel zoekt. Met name de visdief zou mogelijk gevoelig kunnen zijn voor veranderingen in bodemdieptes in de Westerschelde. Echter, alle drie de soorten sterns (visdief, dwergstern en grote stern) laten in de Westerschelde en de omliggende regio een gestage toename zien van de populatie. Zowel voor de visdief als voor de grote stern zou deze toename nog steeds gezien kunnen worden in het licht van een grootschalig populatie-herstel na de vergiftigingsramp in de jaren zestig met Dieldrin en Telodrin (Meininger *et al.* 2000). Een eventueel doorwerkend negatief effect van de morfologische veranderingen op het foerageergebied van de visdief binnen de Westerschelde zou bij een herstellende populatie gemaskeerd kunnen worden. Van deze relatief langlevende soorten mag niet verwacht worden dat eventuele negatieve effecten snel in het totaal aantal broedparen zullen reflecteren, maar veel meer op een directere manier tot uitdrukking komen zoals via een parameter als broedsucces (zie Tulp *et al.* 2001) of de conditie van opgroeiende kuikens (zie volgende paragraaf).



Figuur 4.43 Ontwikkeling van het totaal aantal broedparen van visdief, dwergstern en grote stern in de Westerschelde, de rest van de Zoute Delta en aangrenzende gebieden.



Figuur 4.44 Ontwikkeling van het totaal aantal broedparen in de Westerschelde van visdief, dwergstern en grote stern, met een onderverdeling naar de drie deelgebieden.

4.6 Conditie van jonge visdieven

4.6.1 Inleiding

Om een mogelijk verband te leggen tussen de conditie van jonge visdieven in de Westerschelde en de vaargeulverruiming, en daarmee gepaard gaande veranderingen, is een analyse uitgevoerd van de beschikbare groeigegevens van de jonge visdieven. Hierbij is een uitgebreide analyse gedaan van het gebruik van de verhouding tussen gewicht en kopsnavellengte (lengte van de achterkant van de kop tot de punt van de snavel, gemeten op 0.1 mm nauwkeurig met een meetlat met een opstaande rand bij 0 cm danwel met een schuifmaat) als maat voor conditie. De analyse van groei van visdieven in de Westerschelde vormt een uitbreiding op eerdere analyses van Meininger *et al.* (2001) en Tulp *et al.* (2001).

Voor deze analyse waren gegevens beschikbaar van de jaren 1991 (Dirksen & Boudewijn 1991), 1998, 1999, 2000, 2001 en 2002. Gegevens betreffen kolonies in de Westerschelde, Oosterschelde, Krammer Volkerak, Haringvliet, Voordelta, Wolderwijd (Zeewolde) en Waddenzee (Griend).

4.6.2 Leeftijdsbepaling

Op basis van de leeftijd van een kuiken kan aan de hand van het gewicht geschat worden of het kuiken goed groeit of achterblijft ten opzichte van de verwachte groei van het kuiken. Van een groot aantal kuikens dat in het veld wordt gevangen is de leeftijd echter niet bekend. Derhalve moet een maat gebruikt worden die fungeert als leeftijdsschatteer om te kunnen bepalen of de groei van het kuiken achterblijft of niet. Hiervoor worden in het algemeen skeletmaten gebruikt als vleugellengte, (kop+)snaveellengte of tarsuslengte. De skeletgroei van een kuiken volgt een tamelijk vast patroon dat relatief onafhankelijk is van de conditie van het kuiken, in tegenstelling tot het lichaamsgewicht dat sterk fluctueert met conditie (Schew & Ricklefs 1998). De grootte van het skelet is een belangrijke maat voor het kuiken, die niet meer verandert als het kuiken eenmaal volgroeid is. Het tijdsraam waarin groei optreedt is beperkt, en dus moet de groei binnen die periode voltooid zijn. Als dat niet lukt, is de volwassen vogel kleiner, wat consequenties kan hebben voor overleving en broedsucces. Alleen in extreme situaties waarin voedsel permanent schaars is blijft de skeletale groei achter bij de leeftijd van het kuiken (Van der Ziel & Visser 2001, Krijgsveld *et al.* 2003, in press).

Fluctuaties in het gewicht hebben in vergelijking met de skeletale maten minder ernstige consequenties voor het kuiken en treden ook regelmatig op (Dijkstra 1988). Als kuikens permanent ondervoed worden, zal dit het sterkst tot uitdrukking komen in het uitvlieggewicht, en in veel mindere mate of geheel niet in de skeletmaat. Om deze reden is het gewicht een goede maat om de conditie van een kuiken te meten.

Wanneer de leeftijd onbekend is, kan het gewicht uitgezet worden tegen een skeletale maat om te bepalen hoe de conditie van een kuiken is. In deze studie is de kopsnavellengte gebruikt als de skeletale maat, waartegen gewicht wordt afgezet (zie ook paragraaf 4.6.5), en fungeert deze dus als leeftijdsschatter.

4.6.3 Betrouwbaarheid van kopsnavellengte als leeftijdsschatter

In de dataset zijn kopsnavellengtes beschikbaar van een groot aantal kuikens waarvan de leeftijd bekend was. Op basis van deze gegevens is een ijklijn berekend die de gemiddelde kopsnavellengte bij een bepaalde leeftijd weergeeft (tabel 4.3). Door deze data is (tot een leeftijd van 20 dagen) tevens een logistische groeicurve gefit ($y=A/(1+\exp(-k(x-t)))$), waarin A =asymptoot, k =groeiconstante en t =inflectiepunt, i.e. het punt waarop de groei overgaat van steeds sneller naar steeds trager). De parameters geven een indicatie van het verloop van de groei ($A=68,1$ mm; $k=0,128$; $t=1,1$ d). De fit van de curve is goed ($r^2=0,96$; volgt gemiddelde kopsnavellengtes).

Tabel 4.3. Gemiddelde kopsnavellengte van jonge visdieren waarvan de leeftijd bekend is, met de waarden van de logistische groeicurve, de standaarddeviatie, steekproefgrootte en 95%-betrouwbaarheidsinterval (95%-bti) (min=ondergrens, max=bovengrens) van het gemiddelde.

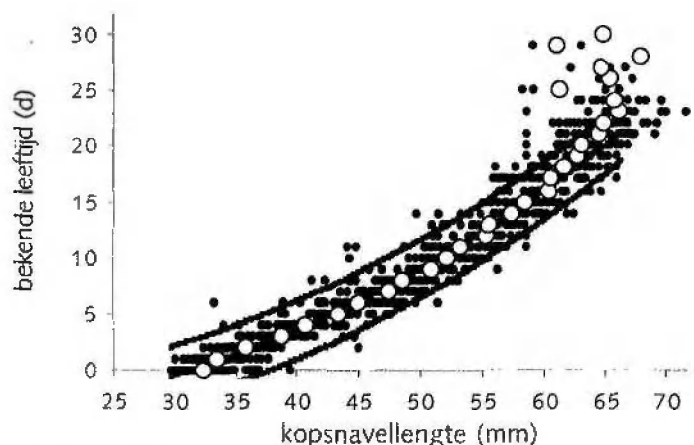
leeftijd in dagen	gem. lengte	log. fit	sd	n	95%-bti	
					min	max
0	32,3	31,7	1,50	221	32,1	32,5
1	33,4	33,8	1,56	77	33,1	33,8
2	35,9	36,0	1,90	66	35,4	36,3
3	38,7	38,2	2,03	51	38,2	39,3
4	40,6	40,3	2,02	71	40,1	41,0
5	43,3	42,4	1,93	44	42,7	43,9
6	45,0	44,4	2,87	53	44,2	45,8
7	47,5	46,3	1,90	32	46,8	48,2
8	48,6	48,2	2,43	49	47,9	49,3
9	50,8	49,9	2,25	23	49,8	51,8
10	52,2	51,6	2,17	34	51,4	53,0
11	53,1	53,1	2,93	42	52,2	54,1
12	55,4	54,6	1,99	23	54,5	56,3
13	55,6	55,9	2,03	28	54,8	56,4
14	57,4	57,1	2,67	43	56,6	58,2
15	58,4	58,3	1,76	44	57,8	58,9
16	60,5	59,3	2,28	22	59,4	61,5
17	60,6	60,2	2,56	45	59,8	61,3
18	61,7	61,1	2,38	35	60,8	62,5
19	62,7	61,8	1,98	25	61,9	63,5
20	63,1	62,5	1,87	31	62,5	63,8

De kopsnavellengte heeft voor kuikens van gelijke leeftijd een zekere spreiding, waardoor het voor kan komen dat de kopsnavellengte op een bepaalde leeftijd hetzelfde kan zijn als die van één of meer dagen vroeger of later. In tabel 4.3 is het 95%-betrouwbaarheidsinterval rond het gemiddelde uitgezet. Dit wil zeggen dat de *gemiddelde* kopsnavellengte met 95% zekerheid binnen dit interval ligt. Hieruit blijkt dat er wel enige maar niet veel overlap is in gemiddelde kopsnavellengte tussen de opeenvolgende leeftijden. Zo zijn leeftijd 7 en 8 bijvoorbeeld overlappend. In al die gevallen beslaat de overlap echter slechts 1 dag, behalve voor leeftijd 16 en 18. Na dag 20 vermindert de groei en wordt de overlap groter, oplopend tot meerdere dagen.

Vervolgens kan worden vastgesteld met welke zekerheid *voorspeld* kan worden hoe oud een kuiken met een bepaalde kopsnavellengte is. Om dit te kunnen analyseren is leeftijd geschat als functie van kopsnavellengte (in plaats van andersom).

$$\text{leeftijd} = -4,69 + 0,0014 \times \text{leeftijd}^2 \times \ln(\text{leeftijd}); (r^2=0,94).$$

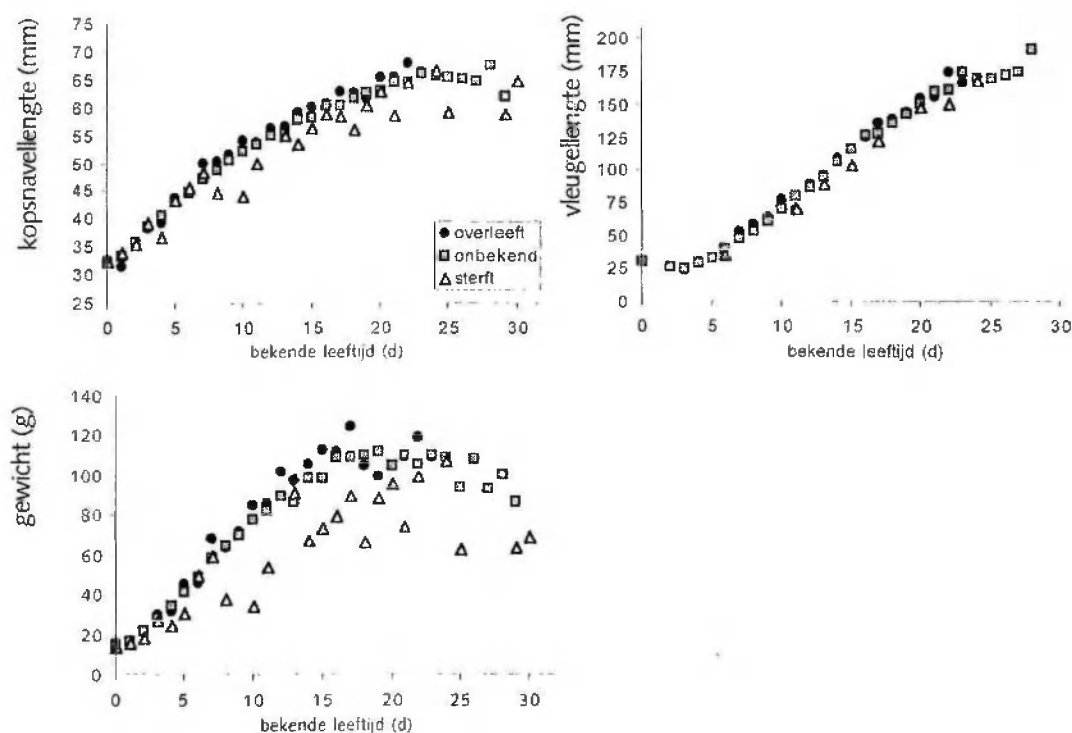
Op deze manier kan het voorspellingsinterval rond de leeftijd geschat worden, in plaats van het betrouwbaarheidsinterval rond gemiddelde kopsnavellengte (figuur 4.45) (Sokal & Rohlf 1981). Hieruit volgt dat het interval waarbinnen de geschatte leeftijd ligt gemiddeld 5,1 dagen omvat. Er is dus altijd een zekere mate van ruis aanwezig in de gegevens als de leeftijd wordt geschat. Het nadeel van deze fit is echter dat de fit minder precies het groeipatroon van kuikens volgt, en dus minder nauwkeurig de leeftijd voorspelt. Derhalve functioneert deze fit minder goed als ijklijn dan de fit waarvan de getallen zijn weergegeven in tabel 4.3.



Figuur 4.45 Bekende leeftijd van kuikens als functie van kopsnavellengte, waarbij de gefitte curve en de voorspellingsintervallen zijn gegeven (zwarte lijnen) en de gemiddelde kopsnavellengtes per leeftijd.

4.6.4 Factoren die variatie in kopsnavellengte bepalen

Om te onderzoeken of er aanwijsbare factoren zijn die de variatie in kopsnavellengte bepalen, zijn de residuen bepaald van de fit van de kopsnavellengte tegen bekende leeftijd. Deze residuen zijn vervolgens getoetst in een multipel lineair regressiemodel. De enige verklarende factor was of kuikens al dan niet dood werden gevonden in de kolonie. Kuikens van bekende leeftijd, die later dood in de kolonie werden aangetroffen, hadden een kopsnavellengte die korter was dan de kopsnavellengte van leeftijdsgenoten die niet dood werden terug gevonden (figuur 4.46; Multipel lineaire regressie: $F_{1,117}=22,55$; $p<0,001$; $r^2=0,11$). Aannemende dat de kuikens die dood gaan een slechtere conditie zullen hebben dan kuikens die overleven, geeft dit aan dat bij een slechte conditie de kopsnavellengte inderdaad enigszins achterblijft in groei, hoewel in veel mindere mate dan het gewicht (onderste paneel van figuur 4.46). Legvolgorde, periode (vroeg, midden of laat in het seizoen), jaar (alleen voor 1991, 2001 en 2002 waren uitkomstdata bekend), kolonie, sector (West - versus Oost Westerschelde) en bekken waren geen van alle van invloed op de kopsnavellengte. Het effect van waarnemers kon wegens het beperkte aantal waarnemers en het beperkte aantal beschikbare gegevens voor deze gegevensset niet worden getoetst.



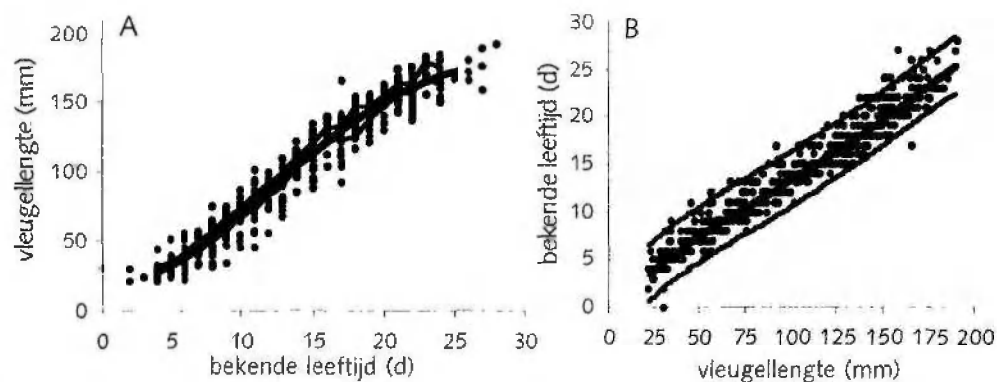
Figuur 4.46 Effect van conditie op kopsnavellengte, vleugellengte en gewicht van kuikens van bekende leeftijd. Als maat voor conditie is gebruikt of de kuikens uiteindelijk uitvliegen of sterven voor het uitvliegen. Steekproefgroottes zijn 1166 voor kopsnavellengte, 555 voor vleugellengte en 1162 voor gewicht.

4.6.5 Vleugellengte als maat voor leeftijd

Behalve kopsnavellengte zou ook de vleugellengte gebruikt kunnen worden als maat voor de leeftijd. Aangezien de vleugellengte van groot belang is om goed te kunnen vliegen zou deze maat lang verdedigd moeten worden bij voedseltekort (Schew & Ricklefs 1998, Van der Ziel & Visser 2001, Krijgsveld *et al.* 2003), hetgeen deze maat in potentie tot een goede leeftijdsschatter zou maken.

De mate waarin de vleugellengte wordt beïnvloed door de conditie van het kuiken is tevens weergegeven door te kijken naar het verschil in vleugellengte tussen kuikens die wel uitvliegen en kuikens die sterven voor het uitvliegen (figuur 4.46). De groei van de vleugels wordt nagenoeg niet vertraagd bij een slechte conditie, in tegenstelling tot de kopsnavellengte. Vleugellengte is dus minder gevoelig voor conditieverschillen dan de kopsnavellengte. De groei van de vleugel volgt de logistische curve $\text{vleugellengte} = 191,4 / (1 + \exp(-0,190(\text{leeftijd} - 12,9)))$ ($r^2 = 0,95$; figuur 4.47A).

Wanneer op gelijke wijze als bij de kopsnavellengte, de vleugellengte wordt gebruikt om de leeftijd van een kuiken te schatten, omvat het voorspellingsinterval 5,8 dagen (figuur 4.47B). Dit is vergelijkbaar met het voorspellingsinterval van de kopsnavellengte. Er zijn echter op dit moment te weinig gegevens beschikbaar om tot een betrouwbare schatter voor de leeftijd te komen.

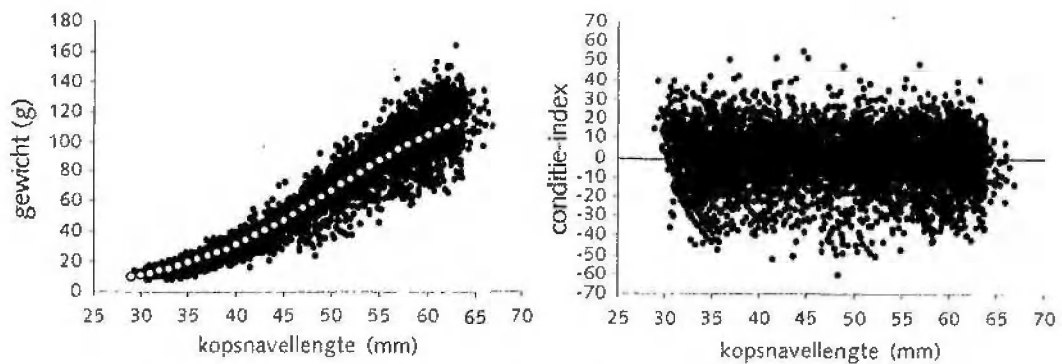


Figuur 4.47 Vleugellengtes van kuikens als functie van bekende leeftijd, met de gefitte logistische groeicurve en het betrouwbaarheidsinterval (A), en bekende leeftijd van kuikens uitgezet als functie van vleugellengte, waarbij de gefitte curve en de voorspellingsintervallen zijn gegeven (zwarte lijnen) en de gemiddelde vleugellengtes per leeftijd (B).

Het gebruik van de vleugel als leeftijdsschatter heeft een aantal voor- en nadelen. Omdat de groei van de vleugel relatief laat op gang komt, kan de maat voor jonge kuikens niet goed gebruikt worden. Daar staat tegenover dat de vleugel snel groeit tegen het moment van uitvliegen, en daardoor nog een betrouwbare maat is, terwijl op dat moment de groei van de kopsnavel al afvlakt en een minder goede leeftijdsschatter is. Daarnaast is er een aanwijzing dat vrouwelijke visdieven rond een leeftijd van 20 tot 30 dagen een langere vleugel hebben dan mannen (Becker & Wink 2002). Dit verschil werd vastgesteld voor een beperkt aantal vogels, en gegevens voor jongere vogels zijn niet voorhanden. Op dit moment is dus niet te zeggen of vleugellengte verschilt tussen de sexen in de kuiken fase. Concluderend zou vleugellengte een goede maat kunnen zijn voor het schatten van de leeftijd van een kuiken en daarmee voor het bepalen van een conditie-index. Vooral bij oudere kuikens kan het nuttig zijn deze maat te nemen, omdat bij deze kuikens de kopsnavellengte per dag minder toeneemt en daarmee een minder betrouwbare maat wordt voor het schatten van leeftijd.

4.6.6 Ceditie-index

De conditie van een kuiken wordt berekend op basis van de verhouding tussen kopsnavellengte en gewicht. De werkelijke conditie kan op deze manier enigszins overschat worden doordat de groei van kopsnavel achter kan zijn gebleven ten opzichte van de leeftijd. Maar omdat gewicht gevoeliger is voor conditieveranderingen dan kopsnavellengte (zie ook figuur 4.46), wordt altijd een lagere conditie-index verwacht bij een slechte conditie dan bij een betere conditie. Het gewicht is uitgezet tegen kopsnavellengte, waarna een groeicurve is bepaald door een logistische curve door de data te fitten (figuur 4.48A; $\text{gewicht} = 140,0 / (1 + \exp(-0,116(\text{kopsnavellengte} - 50,6)))$; $r^2 = 0,963$; data gefit tot een maximale kopsnavellengte van 63 mm, wat overeenkomt met 20 dagen). Vervolgens is de afwijking bepaald tussen het werkelijke gewicht en het verwachte gewicht op basis van de groeicurve. Om de conditie-index onafhankelijk te maken van leeftijd is dit verschil gedeeld door het verwachte gewicht en daarna vermenigvuldigd met 100 (fig. 4.48B). De gegevens zijn normaal verdeeld (Kolmogorov-Smirnoff toets voor conditie-indexen van de verschillende kolonies bij verschillende leeftijden; geen significante afwijkingen van normale verdeling). Wanneer in een kolonie veel kuikens voorkomen met een slechte conditie, zal de gemiddelde conditie-index van die kolonie lager zijn. Dit volgt uit het feit dat onder gunstige omstandigheden het kuiken niet veel sneller zal groeien dan onder normale omstandigheden, omdat de ouder niet meer dan noodzakelijk zal investeren in het kuiken. Onder slechte omstandigheden neemt de groei echter wel af (zie ook figuur 4.46).



Figuur 4.48 Berekening van conditie-index op basis van de relatie tussen kopsnavellengte en gewicht. Het linker panel toont het verband tussen gewicht en kopsnavellengte (zwarte symbolen), met daarin de gefitte logistische groeicurve (witte symbolen). Het rechter panel toont de conditie-index $(= (\text{werkelijk} - \text{verwacht gewicht}) / \text{verwacht gewicht} * 100)$ als functie van de kopsnavellengte.

4.6.7 Factoren van invloed op de conditie van jonge visdieven

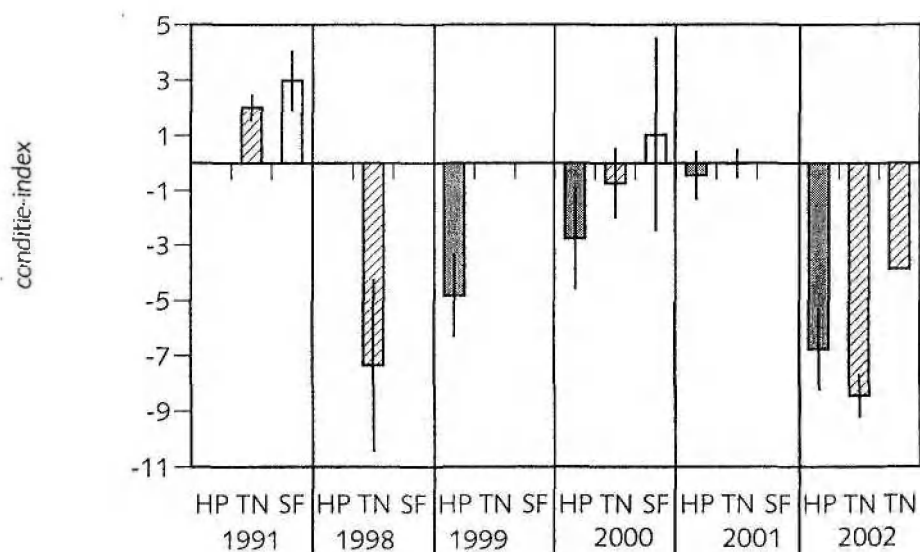
Om mogelijke oorzaken van variatie in conditie tussen kolonies, bekkens en tussen jaren te evalueren, is gebruik gemaakt van een lineair regressie model, waarbij de verschillende gegevens zijn aangevoerd als continue variabelen (wind, temperatuur, leeftijd) of geclassificeerde factoren (bekken, periode in het seizoen, effectjaar). Om tot een goede keuze te komen van het model, is een procedure toegepast waarmee alle mogelijke regressiemodellen doorgerekend kunnen worden en getest op hun verklarende werking (Goedhart & Thissen 1998). Weersomstandigheden hebben een belangrijke invloed op de conditie van jonge visdieven, omdat het foerageersucces van de ouders in belangrijke mate door weersfactoren bepaald wordt (Frank & Becker 1992). Middels de modelselectie zijn de belangrijkste weersfactoren bepaald voor conditie in de Westerschelde en in alle onderzochte bekkens. Dit waren in beide gevallen maximum dagtemperatuur en windsnelheid. Deze gegevens zijn als basismodel opgenomen, waar overheen het effect is onderzocht van andere factoren (tabel 4.4). Maximum dagtemperatuur verklaarde de verschillen in conditie slechts marginaal beter dan gemiddelde dagtemperatuur, waar ook de nachttemperatuur bij inbegrepen zit.

De factoren die een significant effect hadden op conditie, verklaarden samen echter slechts 13% van de variantie ($r^2=0,134$). Dit geeft aan dat er naast de parameters die hier genoemd worden, overige tot dusver onbekende factoren in het spel zijn die in belangrijke mate de conditie van de kuikens bepalen.

Naast weersomstandigheden had ook jaar had een significant effect op conditie. De gemiddelde conditie-index van de kuikens in de verschillende kolonies in de Westerschelde en over de jaren is weergegeven in figuur 4.49. Alleen in 1991 was de gemiddelde conditie bovengemiddeld, en significant hoger dan in de latere jaren (T-toets: $t=9,46$; $p<0,001$). Vooral in 1998, 1999 en in 2002 was de gemiddelde conditie slecht.

Tabel 4.4. Resultaten van multipel lineair regressiemodel van de conditie van jonge visdieven in de Westerschelde in relatie tot windsnelheid en minimum zicht, seizoensperiode (t.o.v. vroegseizoen) en jaar (ten opzichte van 1991). Overall model: $F_{9, 2105}=37,3$ $r^2=0,134$.

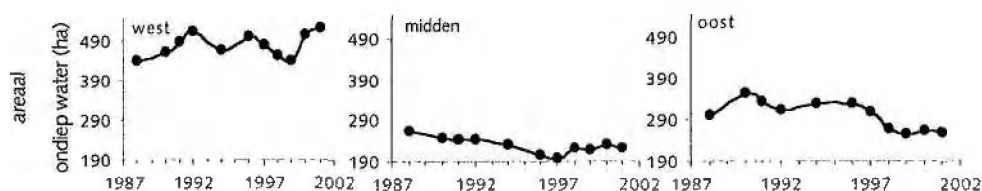
factor	effect	t_{2104}	p
constante	+	9,5	<0,001
wind	-	-3,2	<0,001
zicht	-	-2,2	<0,05
1998	-	-4,1	<0,01
1999	-	-6,3	<0,01
2000	-	-4,0	<0,01
2001	-	-3,7	<0,01
2002	-	-12,8	<0,01
middenseizoen	-	-1,0	>0,05
laatseizoen	-	-8,7	<0,001



Figuur 4.49 Conditie-index van kuikens tot 20 dagen oud in de Westerschelde. Gemiddelden zijn gegeven per kolonie en per jaar, met SE's. HP=Hooge Platen, TN=Sluiscomplex Buitenhaven Terneuzen (of uiterst links Braakmanhaven Terneuzen); SF=Saeftinge, Marlemonsche Plaat en Konijneschor.

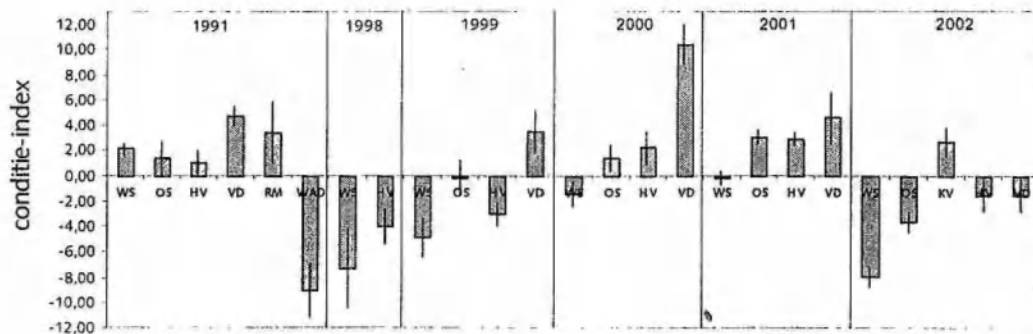
De conditie werd in belangrijke mate bepaald door gebeurtenissen door het seizoen heen, welke gekoppeld zijn aan datum, en in mindere mate door leeftijdsgelateerde processen. Zo was er eind juni 2002 een storm waardoor de gemiddelde conditie in de kolonies begin juli ingestort was. In relatie met leeftijd zijn er geen duidelijke patronen zichtbaar in de conditie. Dit suggereert dat er geen sprake is van permanente ondervoeding van de kuikens. In dat geval zou namelijk de conditie-index over het algemeen het laagst zijn wanneer de voedselbehoefte van de kuikens maximaal is. Dit maximum treedt op bij een vaste leeftijd en zou daarom zichtbaar moeten worden wanneer de conditie-index wordt uitgezet tegen de leeftijd. Dit is echter niet het geval.

In de Westerschelde hadden de periode in het seizoen (de tijd tussen eerste en laatste meting evenredig verdeeld in drie delen =periodes) en het jaar een significant effect op de conditie (tabel 4.4). Late kuikens (conditie in de periode 8-28 juli, ongeacht leeftijd) hadden een significant slechtere conditie dan vroege kuikens (6-21 juni), terwijl conditie van kuikens midden in het seizoen (22 juni – 7 juli) hier tussenin lag maar niet significant afweek van die van vroege kuikens. De datum waarop het kuiken uitgekomen is (uitgedrukt in weeknummer) had geen effect op de conditie. Over de jaren is er een negatieve trend in de conditie te onderscheiden. Ten opzichte van 1991 is de conditie van de kuikens in de Westerschelde significant slechter in de latere. Het jaar 1998, als enige effectjaar van de verruiming, toonde samen met 2002 de grootste negatieve afwijking ten opzichte van 1991. Ook wanneer 1991 (wat een goed seizoen was voor de visdieven) buiten beschouwing wordt gelaten, bestaat er nog steeds een significant negatieve trend in de conditie-index met jaar. Factoren als verandering in troebelheid van het water of verminderde visbeschikbaarheid zouden aan deze afname in conditie ten grondslag kunnen liggen, maar hiervoor zijn geen gegevens beschikbaar. Een andere mogelijke oorzaak zou kunnen liggen in de verkleining van het areaal water van 0-1 m diep in de Westerschelde (figuur 4.50). Deze verkleining van oppervlak zou effect kunnen hebben op conditie van de kuikens door een verkleining van het foerageergebied van de visdieven, die bij voorkeur in ondiep water foerageren (Becker *et al.* 1993). Het oppervlak water tussen 0 en 1 m diep (in ha) had echter geen significant effect op de conditie van de visdieven (REML; $p>0,1$). Tussen de deelgebieden West en Oost van de Westerschelde konden geen verschillen in conditie worden aangetoond.



Figuur 4.50. Areaal water van 0-1 m diep in de deelgebieden West, Midden en Oost van de Westerschelde.

De gemiddelde jaarlijkse conditie van de visdiefkuikens in de verschillende bekkens is weergegeven in figuur 4.51. In alle bekkens tezamen traden vergelijkbare processen op als in de Westerschelde. Evenals in de Westerschelde alleen, waren hier weersfactoren van invloed op de conditie van de kuikens, evenals jaar en periode in het seizoen. Ook gemiddelde dagtemperatuur had hier een significant (positieve) invloed op de conditie (multiële regressie, overall model: $F_{16, 5790}=45,77$; $p<0,001$). Tezamen werd slechts 11% van de variatie in conditie verklaard. Ten opzichte van de andere bekkens hadden de kuikens in de Westerschelde jaarlijks (m.u.v. 1991) een slechte conditie, zoals ook reeds is vastgesteld door Meininger *et al.* (2001) en Tulp *et al.* 2001 (t-toets: $t=-8,55$; $p<0,001$). In de andere bekkens is geen sprake van de negatieve trend in conditie in de loop der jaren.



Figuur 4.51. Gemiddelde conditie-Index met SE's per bekken weergegeven voor de jaren 1991 en 1998 tot en met 2002. WS=Westerschelde, OS=Oosterschelde, HV=Haring-vliet, KV=Krammer-Volkerak, VD=Voordelta, RM=Randmeren (Zeewolde), WAD=Waddenzee (Griend).

Concluderend kan gesteld worden dat in recente jaren een verslechterde conditie van visdiefkuikens is vastgesteld, maar hierbij is het niet mogelijk een verband te leggen met effecten van de verzuiming. Ten eerste is daarvoor de verdeling van de beschikbare jaren ten opzichte van de verzuimingsperiode niet geschikt (geen gegevens tussen 1991 en 1998, voorafgaand aan de verzuiming). Een analyse van de conditieveranderingen in relatie tot veranderingen in arealen waters van verschillende diepteklassen, met name van ondiep water, die met de verzuiming samen kunnen hangen, liet geen significante effecten zien. Mogelijk zouden effecten kunnen spelen via veranderingen in doorzicht, wat tot verslechterde foerageermogelijkheden voor de adulte vogels kan leiden, maar hier waren geen gegevens over beschikbaar. Echter, het lijken vooral slechte weersomstandigheden te zijn die een factor van betekenis zijn.

Weersomstandigheden, met name windsnelheid, beïnvloedden aantoonbaar de conditie van de kuikens. Deze factoren zijn vanzelfsprekend onafhankelijk van de verzuiming 48'-43'. Naast deze weersfactoren moeten ook andere, ons onbekende factoren een rol spelen in de conditie van de kuikens, aangezien een deel van de variatie in conditie tussen verschillende jaren niet verklaard kon worden. Bovendien was conditie in de Westerschelde aanzienlijk slechter dan in de andere bekkens, terwijl daar min of meer dezelfde weersomstandigheden heersten. Verschillen in conditie van jonge visdieven tussen bekkens zouden mogelijk het gevolg kunnen zijn van de verschillen in fysische omstandigheden, waarbij de Westerschelde de meest geëxposeerde omstandigheden kent, waardoor foerageercondities voor de adulten hier relatief slecht kunnen zijn (conform de discussie naar aanleiding van een eerdere analyse in Tulp *et al.* 2001)

5 Discussie

Gebruik van GAM bij trendberekeningen

Bij het begin van het project leek GAM als analyse-tool een uitermate geschikte methode om trends te analyseren in resultaten watervogeltellingen. Het voordeel van GAM is dat door middel van een zogenaamde 'smooth'-functie een geleidende trend aangepast kan worden, waarbij op een subtiele wijze door middel van buigpuntberekeningen op een gestandaardiseerde wijze trendveranderingen opgespoord kunnen worden. Door middel van een 'bootstrap'-techniek waarbij met de beschikbare gegevens steekproeven worden getrokken om consistentie-intervallen te berekenen, kan aangegeven worden in hoeverre de gevonden buigpunten als significant beschouwd mochten worden. Bij de eerste analyses bleek echter dat voor verschillende soorten ten gevolge van het beperkte aantal telclusters en afwijkende aantalsontwikkelingen per telcluster de betrouwbaarheidsintervallen zeer groot waren. Onder de aanname dat de telclusters als onafhankelijke metingen mochten worden beschouwd, gold dat het aantal telclusters in de Westerschelde zeer klein was ($n=6$). Wanneer in een dergelijk kleine dataset enigszins van elkaar afwijkende trends voorkomen, levert dit al een zeer grote variatie op in de consistentie-intervallen. Eventueel zouden verschillende trends in verschillende telclusters onderzocht kunnen worden door middel van een covariantie-analyse, maar daarvoor is de dataset vanwege het beperkte aantal telclusters (de steekproefgrootte) veel te klein.

In het algemeen is GAM een zeer geschikt 'trend-analyse-tool' voor watervogelgegevens. De voor dit project geschreven procedure in GENSTAT kan uitgebreid worden met andere parameters, waarmee de mogelijkheid bestaat om bijvoorbeeld maanden als cofactoren mee te nemen in een analyse. Dit is een verbetering ten opzichte van bijvoorbeeld TRIM. Zoals hierboven beschreven, dient hierbij altijd wel in het oog te worden gehouden dat de dataset voldoende groot is in relatie tot het aantal covariaten. Een groot aantal als onafhankelijk te beschouwen telgebieden, waarin overeenkomstige trends optreden, is een vereiste om op een zinvolle wijze GAM te kunnen toepassen.

Geschiktheid van de vogelgegevens en beschikbare fysische en biotische parameters voor een analyse in relatie tot verruiming

Bij de hier uitgevoerde analyses van aantalsontwikkelingen bij vogels in relatie tot fysische en biotische parameters is aangelopen tegen het probleem dat de schaal waarop gegevens van vogels en van andere factoren zoals fysische en ecologische parameters worden verzameld, te sterk verschilt om een goede analyse mogelijk te maken. Het ging hier met name om gegevens van bodemdieren. Daarnaast waren ecotopenkaarten slechts van twee jaar beschikbaar, waardoor de tijdsfactor beperkend was. In het algemeen geldt dat de hier gepresenteerde analyse beschouwd moet worden als een analyse van gegevens die niet voor dit doel zijn verzameld. Het betreft voor het merendeel gegevens uit los staande monitoringprogramma's. Voor de vogels geldt dat het telcluster niveau, uitgebalanceerd voor een goede vergelijkbaarheid tussen jaren in verband met imputing voor monitoring doeleinden, te grof is om een directe koppeling met fysische en ecologische parameters mogelijk te maken. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het feit dat het hier vogels betreft die tijdens hoogwater op

rustplaatsen worden geteld. De relaties tussen aantallen vogels en foerageergebieden zijn niet eenduidig en variabel onder invloed van bijv. weersomstandigheden en hoogwaterstanden. Het gebiedsgebruik door vogels van bepaalde platen kan daarmee moeilijk bepaald en gerelateerd worden aan fysische en ecologische factoren.

Kanttekeningen bij analyse van het effect van droogligtijd platen en slikken

Bij de analyse van het effect van de droogligtijd van platen en slikken en het gebruik daarbij van de dichtheidsrelaties tussen vogels en droogligtijd van Blomert (2002) en Van Kleunen (1999) zijn enkele kanttekeningen te plaatsen. De analyse van Blomert (2002) is gebaseerd op tellingen tussen 2 uur voor laagwater en 2 uur na laagwater. Hierbij wordt echter een onderschatting verkregen van de dichtheid in de hoger gelegen gebieden, zoals mogelijk bevestigd wordt door de hoge dichtheid aan bonte strandlopers die op de hooggelegen slikken in de Westerschelde zijn gevonden (Van Kleunen 1999). Door Zwarts (1974) is bijvoorbeeld het gebruik van de Hellegatsplaten door de wintertaling beschreven in relatie tot de waterstand. Hieruit komt naar voren dat de vogels bij afgaand water op het net droogvallend slik foerageren en bij opkomend water op het net ondergelopen slik. Dit betekent dat wanneer 1-2 uur na hoogwater wordt geteld, er hoge dichtheden op de hooggelegen gebieden worden vastgesteld, terwijl in de laaggelegen intergetijdengebieden de soort nog volledig ontbreekt.

Om het gebruik van foerageergebieden goed vast te leggen dient gedurende de gehele getijperiode het gebruik van de gehele hoogtegradiënt gevolgd te worden (zoals eveneens niet het geval was in het onderzoek van Van Kleunen (1999)). Hierbij is het dan tevens belangrijk om niet alleen het gedrag vast te leggen (foerageren en niet-foerageren) maar ook het foerageersucces en de voedselconsumptie, wat o.a. sterk afhankelijk is van het beschikbare voedselaanbod. Op deze wijze kan een verantwoorde schatting van het gebruik over de gehele hoogtegradiënt voor de verschillende soorten steltlopers en eenden worden verkregen.

Een ander belangrijk aspect dat niet bij de hier gepresenteerde analyse is meegenomen betreft de invloed van de sedimentsamenstelling op vogeldichtheden. Blomert (2002) heeft in haar analyse aangegeven dat verschillen in sediment-samenstelling afwijkingen kunnen veroorzaken in de relatie tussen droogligtijd en vogeldichtheid. Hierbij kan in het algemeen gesteld worden dat op slikkig substraat hogere dichtheden vogels foerageren dan op zandig substraat. Desalniettemin speelt hoogteligging (lees droogligtijd) een overheersende rol, zodat de in deze rapportage gepresenteerde analyse dan ook beschouwd moet worden als een eerste exercitie die op een grove wijze aanwijzingen heeft gegeven dat lange termijn veranderingen in de Westerschelde plaatsvinden in het areaal platen met verschillende karaktereigenschappen. Om effecten op vogels in te schatten zou verder gewerkt moeten worden aan de relatie tussen de dichtheden van foeragerende vogels en de eigenschappen van foerageergebieden. Om op dit punt beter gefundeerde voorspellingen te kunnen doen, zal nader onderzoek specifiek in de Westerschelde moeten plaatsvinden.

Korte termijn effecten op vogels versus lange termijn effecten van veranderingen in droogligtijd en andere factoren op foeragerende wadvogels

Op grond van de uitgevoerde berekening aan de hand van areaalveranderingen van voor foeragerende steltlopers belangrijke platen is voorspeld dat een tijdelijke aantalstoename van ongeveer 5% zou kunnen optreden ten gevolge van de verruiming. Echter, in de aantalsontwikkelingen zoals die in werkelijkheid door het monitoring onderzoek in de Westerschelde zijn vastgesteld over een groot aantal jaren, is hier voor geen enkele soort een aanwijzing voor gevonden. Dit heeft vooral te maken met het feit dat bij de trendanalyse is gebleken dat grootschalige patronen over de jaren vooral het gevolg lijken van populatie-schommelingen op nationale en/of internationale schaal en van effecten van streng winterweer. Een eventueel effect van lokale veranderingen ten gevolge van fysische veranderingen van de verruiming lijkt weg te vallen, net zoals de hier gerapporteerde lange termijn veranderingen in het areaal platen met verschillende droogligtijden. Dit is een fenomeen waar in de nabije toekomst meer aandacht aan besteden te worden.

Het gebruik van de conditie-index bij jonge visdieven

Er is een uitgebreide analyse gedaan van het gebruik van de verhouding tussen gewicht en kopsnavellengte als maat voor conditie. Uit de analyses is gebleken dat er altijd een beperkte mate van ruis aanwezig is in de gegevens als de leeftijd wordt geschat op basis van kopsnavellengte. Wanneer op gelijke wijze als bij de kopsnavellengte, vleugellengte zou worden gebruikt om de leeftijd van een kuiken te schatten, wordt een vergelijkbaar voorspellingsinterval gevonden als bij de kopsnavellengte. Van de parameter vleugellengte zijn echter nog te weinig gegevens beschikbaar om tot een betrouwbare schatter voor leeftijd te komen. Omdat vleugellengte minder lijkt te worden beïnvloed door de conditie van het kuiken, zou vleugellengte evenwel een goede maat kunnen zijn voor het schatten van de leeftijd van vooral oudere kuikens, en daarmee voor het bepalen van een conditie-index. Vooralsnog lijkt het gebruik van kopsnavellengte als maat voor de leeftijd bij de analyse van conditie bij jonge visdieven goede resultaten op te leveren. Opname in het monitoringsonderzoek van bepaling van zowel de kopsnavellengte als het gewicht van de jongen, levert een geschikte methode om conditie van de jongen te bepalen.

Veranderingen in conditie van jonge visdieven in de Westerschelde

Weersomstandigheden, zoals windsnelheid en zicht, beïnvloedden aantoonbaar de conditie van de kuikens. Deze factoren zijn vanzelfsprekend onafhankelijk van de verruiming 48'-43'. Naast deze weersfactoren moeten ook andere, tot nu toe onbekende factoren een rol spelen bij de conditie van de kuikens. Er kon geen oorzakelijk verband worden gelegd tussen de conditie van de kuikens en de foerageermogelijkheden van de adulten, waardoor het onduidelijk is in hoeverre de verruiming van invloed is geweest op de relatief slechte conditie in de Westerschelde.

De verruiming in perspectief

In hoofdstuk 3 is een overzicht gegeven van morfologische veranderingen in de Westerschelde die in relatie tot de verruiming hebben plaatsgevonden. Hieruit is

gebleken dat ten gevolge van de verruiming inderdaad veranderingen hebben plaatsgevonden, niet alleen onder water maar ook in de getijzone. Het gaat hierbij met name om veranderingen die veroorzaakt worden door veranderde erosie- en sedimentatiepatronen, waardoor met name de diepteligging van bodem, platen en slikken in de Westerschelde is veranderd. In aansluiting op deze in het kader van MOVE gerapporteerde veranderingen heeft in deze rapportage een nadere analyse plaatsgevonden om te kijken wat de consequenties zijn van deze gemeten veranderingen in diepteligging op de droogligtijd, welke belangrijk is voor foeragerende wadvogels. Hieruit kwam naar voren dat de mogelijke effecten van de verruiming beperkt zijn ten opzichte van grootschalige ontwikkelingen op de lange termijn in de Westerschelde, die als veel belangrijker mogen worden beschouwd.

De veranderingen die in de Westerschelde plaatsvinden hebben zowel natuurlijke als niet-natuurlijke oorzaken. Eén van de belangrijkste niet-natuurlijke processen of ingrepen in de Westerschelde betreft de zandwinning (Vroon *et al.* 1997). Na een grote activiteit in de jaren '70 en '80 is de zandwinning op een relatief laag pitje komen te staan. Desalniettemin werken de toenmalige zandwinnings-activiteiten samen met de inpolderingen uit het verleden nog steeds sterk door in het heden, zo sterk dat deze effecten een gebeurtenis als de verruiming lijken te overschaduwten. In dit licht zijn de toekomstige zandwinningsactiviteiten die mogelijk weer plaats gaan vinden gezien de sterke vraag naar bouwzand in Nederland en elders (Huijs 2000), een punt van aandacht vanwege de hier gepresenteerde resultaten van areaalveranderingen van platen met verschillende droogligtijden onder invloed van zandwinning.

Andere belangrijke ecologische factoren voor vogels betreffen mogelijk de bodemdiervisserij en de waterrecreatie. Voor wat betreft de eventuele invloed van de bodemdier- of schelpdiervisserij vindt in het kader van EVA2 een uitvoerige analyse plaats waarvan de uitkomsten op relatief korte termijn verwacht worden. In deze rapportage wordt gesignaleerd dat grote variaties zijn opgetreden in de aantallen van de twee belangrijkste schelpdieretende steltlopers (scholekster en kanoetstrandloper) gedurende 15 jaar monitoring in de Westerschelde. Dit lijkt met name voor scholekster in verband te staan met een vermindering in aanbod in de kokkelbiomassa. Aanbevolen wordt de uitkomsten van de uitgebreide EVA2 analyse mee te nemen bij de totale evaluatie van effecten van de verruiming.

6 Conclusies en aanbevelingen

Ondanks de beperkingen van de in deze rapportage gepresenteerde analyses, kan toch een aantal conclusies getrokken worden ten aanzien van effecten van de verruiming op vogels. Daartoe worden hieronder de hypothesen langsgelopen zoals geformuleerd in het rapport 'MOVE-plan-van-aanpak 2' (Anonymus z.j.) betreffende de mogelijke effecten van de vaargeulverruiming in de Westerschelde op vogels.

Hypothesen Hooge Platen

- De vogelfunctie van de Hooge Platen voor de sterns als broedgebied zal niet verminderen;
- De vogelfunctie van de Hooge Platen voor de bergeend als ruigebied zal niet verminderen.

Uitkomsten:

De aantallen sterns op de Hooge Platen zijn de laatste jaren alleen maar toegenomen. Dit is mede het gevolg van uitwisseling met andere kolonies in het Deltagebied (met name ten gevolge de verplaatsing van grote aantallen broedparen van de grote stern van de Hompelvoet naar de Hooge Platen) en vermoedelijk van een zich nog steeds herstellende populatie sterns in relatie tot het grote dal in de jaren zestig en zeventig. Eventuele effecten van de verruiming lijken geen invloed te hebben gehad op deze verdere toename. Ook het aantal bergeenden neemt de laatste jaren in de ruitijd juist in de Westerschelde toe, zodat ook bij deze soort van een verslechtering geen sprake is. Bij de vogelfunctie voor zowel de sterns als bergeenden geldt dat de oorzaak voor de toename vooral buiten de Westerschelde gezocht moet worden en niets te maken heeft met veranderingen binnen de Westerschelde.

Hypothesen steltlopers

- De foerageermogelijkheden voor de steltloperpopulatie zullen in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% toenemen;
- De foerageermogelijkheden voor de steltloperpopulatie zullen in het midden deel van de Westerschelde met ca. 20% toenemen;
- De foerageermogelijkheden voor de steltloperpopulatie zullen in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% toenemen.

Uitkomsten:

Voor geen van de drie hypothesen voor deze soortsgroep zijn in de aantalsontwikkelingen aanwijzingen gevonden die duiden op een positief effect van de verruiming. Door middel van een berekening op grond van vastgestelde areaalveranderingen van platen met verschillende droogligtijden werd een kleine aantalsname van steltlopers tot maximaal 5% voorspeld, met name in het westelijk deelgebied, maar voor deze voorspelling is in de telresultaten geen bevestiging gevonden. Volgens dezelfde berekening werd overigens een structurele verslechtering voorspeld van de foerageersituatie voor steltlopers in de Westerschelde. Hiervan werd in de telgegevens evenmin iets teruggevonden. Vooralsnog wordt de verklaring hiervoor

gezocht in het feit dat de bij de trendanalyse gevonden patronen wijzen op een overheersende invloed van populatie-schommelingen op nationale- en/of internationale schaal, effecten van streng winterweer in sommige seizoenen en daarnaast nog één of meerdere onbekende factoren.

Visetende vogels

- De foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (visdieven, dwergsterns) zullen in het westelijk deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen.
- De foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (visdieven, dwergsterns) zullen in het midden deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen.
- De foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (visdieven, dwergsterns) zullen in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 15% afnemen.

Grote Stern

- De foerageermogelijkheden voor de grote stern in het westelijk deel zullen niet worden aangetast door de verdiepingswerken.

Uitkomsten:

Veranderingen in de foerageermogelijkheden voor visdieven en dwergsterns konden niet direct getoetst worden. Wel heeft een analyse plaatsgevonden van de aantallen broedparen van de drie soorten sterns (visdief, dwergstern en grote stern) en is een uitgebreide analyse van de conditie van opgroeiende visdiefkuikens uitgevoerd.

Twee van de drie soorten sterns (visdief en grote stern) laten in de Westerschelde en de omliggende regio een gestage toename zien van de populatie, terwijl de dwergstern recent een afname laat zien. Deze ontwikkelingen binnen de Westerschelde lijken niet beïnvloed te worden door veranderingen ten gevolge van de verruiming.

In sommige jaren is een verslechterde conditie van visdiefkuikens vastgesteld, maar hierbij is het niet mogelijk een verband te leggen met effecten van de verruiming. Het lijken vooral slechte weersomstandigheden te zijn die een overheersende rol spelen, mogelijk via verslechterde foerageermogelijkheden voor de adulte vogels.

Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om gedetailleerd te kijken naar het gebiedsgebruik door watervogels van de Westerschelde, met name naar het gebruik van het gebied als foerageergebied in samenhang met verschillende fysische en ecologische factoren.

- Bij de watervogels die op de platen en slikken foerageren gaat het hierbij om factoren als droogligtijd, sedimentsamenstelling en het daar aanwezige voedselaanbod in de vorm van bodemdieren. Het noodzakelijk veldonderzoek voor deze groep zou moeten bestaan uit het volgen van een gebalanceerde set van proefvlakken, waarbij de verschillende factoren in samenhang op hetzelfde moment onderzocht worden.
- Bij de sterns is het aanbevelingswaardig meer kennis te krijgen over waar en wanneer vogels in de Westerschelde foerageren. Een meer gedetailleerde studie naar de variatie in het foerageergedrag binnen de Westerschelde (zowel ruimtelijk als temporeel), de variatie in de aangebrachte hoeveelheid voedsel naar de jongen in de kolonie, en simultane conditiemetingen van kuikens van dag tot dag, kan meer

inzicht geven in de onderliggende oorzaken van conditieveranderingen. Deze kennis zou het mogelijk moeten maken om lange-termijn effecten van morfologische veranderingen in de Westerschelde beter te verklaren en/of in te schatten.

- Uit de analyses van de conditie van jonge visdieven komt naar voren dat het gebruik van de relatie tussen kopsnavellengte en het gewicht een goede methode biedt om de conditie van jonge visdieven te schatten. Het verdient aanbeveling om hiermee door te gaan teneinde het reilen en zeilen van deze toppredator in de Westerschelde op nauwe voet te kunnen blijven volgen.

7 Literatuur

- Anonymus z.j. MOVE, beoordeling van de effecten van de verdieping 48'-43', plan van aanpak, rapport 2. RWS, Directie Zeeland, Middelburg.
- Anonymus 1996. Achtergrondnota toekomst voor water. Project Watersysteemverkenningen. RIZA Nota 96.058/Rapport RIKZ-96.030.
- Anonymus 1998. Kroniek, Jaarboek Monitoring Rijkswateren. RIKZ/RIZA, Den Haag/Lelystad.
- Arts, F.A. & P.L. Meininger 1995. Foeragerende sterns in het Westerschelde estuarium: een verkenning in verband met de verdieping. RIKZ Werkdocument OS-95.835X/Bureau Waardenburg rapport 95.50.
- Becker, P.H., D. Frank & S.R. Sudmann, 1993. Temporal and spatial patterns of common tern (*Sterna hirundo*) foraging in the Wadden Sea. *Oecologia* 93: 389-393.
- Becker, P.H. & M. Wink 2002. Geschlechtsabhängige Größenunterschiede von Flügglingen der Flusseeschwalbe (*Sterna hirundo*). *J. Ornithol.* 143: 51-56.
- Bell, M.C. 1995. UINDEX4. A computer programme for estimating population index numbers by the Underhill method. User Instructions. The Wildfowl and Wetlands Trust, Slimbridge, UK.
- Berrevoets C.M. & R.C.W. Strucker & P.L. Meininger 2000. Watervogels in de zoute Delta 1998/99. RIKZ-2000.003. RIKZ, Middelburg.
- Berrevoets C.M. & R.C.W. Strucker & P.L. Meininger 2001. Watervogels in de zoute Delta 1999/2000. RIKZ-2001.001. RIKZ, Middelburg.
- Berrevoets C.M. & R.C.W. Strucker & P.L. Meininger 2002. Watervogels in de zoute Delta 2000/2001. RIKZ-2002.002. RIKZ, Middelburg.
- Berchum, A.M. van & E.C. Stikvoort 1999. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'. Werkdocument met betrekking tot chemie en biologie, periode 1997 en 1998. Werkdocument RIKZ/AB-99.811x. RIKZ, Middelburg.
- Blomert, A.M. 2002. De samenhang tussen bodemgesteldheid, droogligtijd en foerageerdichtheid van vogels binnen de intergetijdenzone. A&W-rapport 330. Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek, Veenwouden.
- Blomert A.M. & P.L. Meininger 1998. Watervogels in het Deltagebied: wintersterfte en draagkracht. Rapport RIKZ-98.004. RIKZ, Middelburg.
- Bosveld A.T.C., G.M. Dorrestein & P.L. Meininger 1998. Visdieven in gevaar. Een pilotstudie naar oorzaken van verminderd broedsucces van Visdieven (*Sterna hirundo*) broedend op het sluiscomplex te Terneuzen. IBN-rapport 361, Wageningen.
- Bouma, S., D. Vethaak, P. Meininger & A. Holland 2000. De visdiefkolonie (*Sterna hirundo*) bij Terneuzen: blijven er problemen? De resultaten van een vervolgonderzoek in 2000. Rapport RIKZ-2000.045. RIKZ, Middelburg.
- Bult, T.P. & J.J. Kesteloo 2002. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren. RIVO rapport nr. C038/02. RIVO, IJmuiden.
- Craemeersch, J.A., J.J. Kesteloo & P. Kamermans 2000. Het kokkelbestand in de Oosterschelde, de Westerschelde, de Waddenzee en de Voordelta in het voorjaar van 2000. Rapport C022/00. RIVO, Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek.

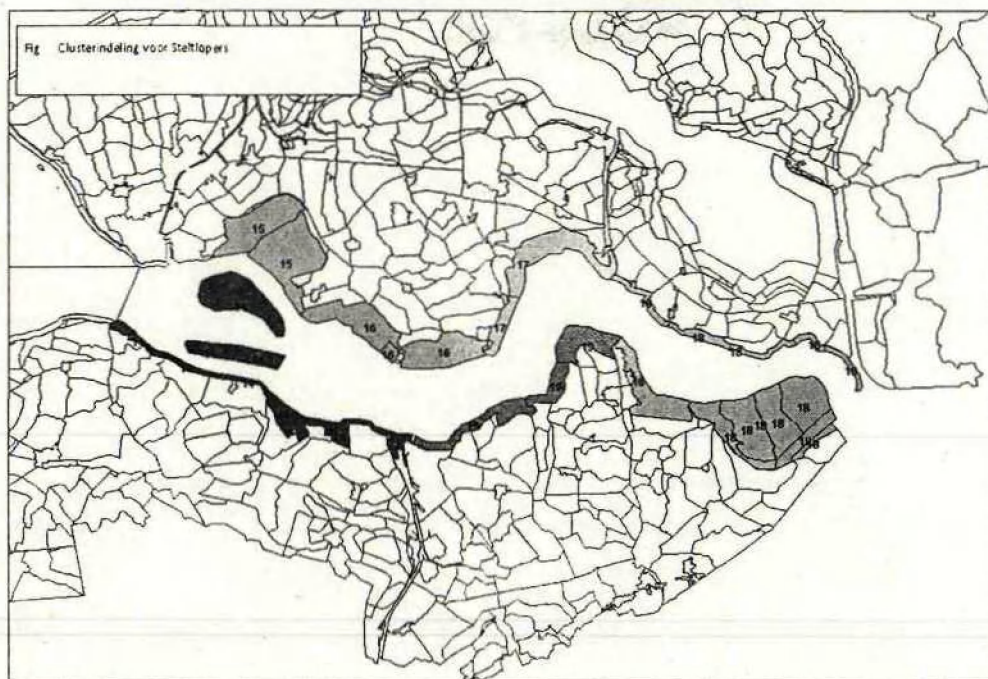
- Dirksen, S. & T.J. Boudewijn 1991. Microverontreiniging en visdieven: broedbiologisch onderzoek in 1991. oplevering basisgegevens kolonies. Intern rapport, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Dijkstra, C. 1988. Reproductive tactics in the kestrel *Falco tinnunculus*. A study in evolutionary biology. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.
- Eertman, R. 1997. Veranderingen in de estuariene ecotopen in de Delta. NIOO-rapport 1997-01. Werkdocument RIKZ/AB-96.803x. NIOO-CEMO/RIKZ, Yerseke/Middelburg.
- Fewster, R.M., S.T. Buckland, G.M. Siriwardena, S.R. Baillie & J.D. Wilson 2000. Analysis of population trends for farmland birds using generalized additive models. *Ecology* 81: 1970-1984.
- Frank, D. & P.H. Becker 1992. Body mass and nest reliefs in Common Terns *Sterna hirundo* exposed to different feeding conditions. *Ardea* 80: 57-69.
- Geelhoed, S.C.W. & A.H. Swaan 2002. Ruiende Bergeenden in de Westerschelde. Rapport 0055. BFO, Egmond-Binnen.
- Genstat 5 Committee 1993. Genstat 5 release 3 Reference Manual. Oxford University Press, Oxford.
- Goedhart, P.W. & C.J. Ter Braak 1998. The analysis of wildlife monitoring data using Genstat. IBN Research Report 98/2.
- Goedhart, P.W. & J.T.N.M. Thissen 1998. CBW Genstat Procedure Library Manual Release 4[1]. Centre for Biometry Wageningen, Wageningen.
- Huijs, S.W.E. 1995. Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdegebied in de Westerschelde. 1935-1989. Rapport R 95-3. Universiteit Utrecht, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Vakgroep Fysische Geografie, Utrecht.
- Huijs, S.W.E. 2000. Zand in de hand. Beleidsplan zandwinning Westerschelde 2001-2011, Nota NWL-00.50, RWS Directie Zeeland.
- Jong, J. de, G. Krijger, L.Nijse & S. Huis z.j.. Beoordeling van de effecten van de verdieping 48'-43'. MOVE, plan van aanpak - rapport 2. RWS Directie Zeeland, Middelburg.
- Kesteloo-Hendrikse, J.J. & M.R. van Stralen, 1996. Het kokkelbestand in de Oosterschelde, de Westerschelde, de Waddenzee en de Voordelta in 1996. RIVO, IJmuiden.
- Kleunen, A. van 1999. Verspreiding en habitatvoorkeur van eenden en steltlopers in Ooster- en Westerschelde. Op basis van laagwater vogelkartering in januari en februari 1990. Werkdocument RIKZ/OS/2000.806X. RIKZ, Middelburg.
- Krijgsveld, K.L, G.H. Visser & S. Daan 2003. Foraging behavior and physiological changes in precocial quail chicks in response to low temperatures. *Physiology & Behavior*, in press.
- Lefèvre, F. & B. Kornman 2002. Pilotonderzoek naar de gevolgen voor de troebelheid van speciestoringen in de Schaar van Spijkerplaat, project ZEEMOVE. RIKZ-werkdocument RIKZ/AB/2002.830x. RIKZ, Middelburg.
- LNV, Directie Natuurbeheer 2000. Aanwijzing Speciale beschermingszone (EG-Vogelrichtlijn) en Wetlands (Wetlands-Conventie) op grond van artikel 27, eerste lid, van de Natuurbeschermingswet 1998. N/2000/330, 24 maart 2000.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder 1989. Generalized Linear Models, 2nd edition. Chapman and Hall, London.

- Meininger, P.L., C.M. Berrevoets & R.C.W. Strucker 1994. Watervogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied, 1987-91. RIKZ-94.005. RIKZ/NIOO-CEMO, Middelburg/Yerseke.
- Meininger, P.L., C.M. Berrevoets & R.C.W. Strucker 1998. Watervogels in de zoute Delta 1996/97. RIKZ-98.001. RIKZ, Middelburg.
- Meininger, P.L., A-M. Blomert & E.C.L. Martelijn 1991. Watervogelsterfte in the Deltagebied, ZW-Nederland, gedurende de drie koude winters van 1985, 1986 en 1987.
- Meininger, P.L., F.A. Arts & N.D. van Swelm 2000. Kustbroedvogels in het Noordelijk Deltagebied: ontwikkelingen, knelpunten, potenties. Rapport RIKZ/2000.052. Rijksinstituut voor Kust en Zee / Stichting Ornithologisch Station Voorne, Middelburg/Oostvoorne.
- Meininger, P.L., F.A. Arts, S.J. Lilipaly, R.C.W. Strucker & P.A. Wolf 2001. Broedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2000. Werkdocument RIKZ/OS/2001.810X.
- Meininger, P.L. & R.C.W. Strucker 2002. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2001. Rapport RIKZ/2002.021. RIKZ, Middelburg.
- Mol, G.A.M., A.M. van Berchum & G.M. Krijger 1997. De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verruiming 48'/43'. Beschrijving van de trends in de fysische, biologische en chemische toestand. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, MOVE rapport 1, Rapport RIKZ-97.049.
- Oude Voshaar J.H. 1995. Statistiek voor onderzoekers met voorbeelden uit de landbouw- en milieuwetenschappen. Wageningen Pers, Wageningen.
- Parée, E. & L. Dekker 2002. Datarapportage fysica en chemie 2002, project ZEEMOVE. RIKZ-werkdocument RIKZ/AB/2002.820x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.
- Parée, E. 2002. De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verruiming 48'/43'. Rapport MOVE AXL 02.40, Rijkswaterstaat Directie Zeeland.
- Schekkerman, H., P.L. Meininger & R.H.D. Lambeck 1992. Knots in the Delta area, southwest Netherlands. Wader Study Group Bull. 64. Suppl. 175-181.
- Schew, W.A. & R.E. Ricklefs 1998. Developmental plasticity. In: Avian Growth and Development: Evolution within the Altricial-Precocial Spectrum. Ed. J.M. Starck & R.E. Ricklefs, Oxford University Press, Oxford.
- Sokal R.R. & F.J. Rohlf 1981. Biometry. The principles and practice of Statistics in Biological Research. Freeman & Co, New York.
- Stikvoort E. 1997. Aanvullende schattingen van schelpenbestanden in de Delta t.b.v. de MER-schelpenwinning. Werkdocument RIKZ/AB-97.861x. RIKZ, Middelburg.
- Teunissen W.A. & A.W. Gmelig Meyling 1999. TRIM versus UIndex. Een praktische vergelijking tussen twee methoden voor het berekenen van indexen bij watervogels. SOVON-onderzoeksrapport 1999/11. SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Tulp, I., M.J.M. Poot, P.L. Meininger, C.M. Berrevoets & T.J. Boudewijn 2001. Aantalsontwikkelingen van watervogels in de Westerschelde. Mogelijke effecten van de vaargeulverruiming in 1997-2000. Rapport 01-045 Bureau Waardenburg/Werkdocument RIKZ OS/2001-825x RIKZ, Culemborg/Middelburg.

- Vroon, J., C. Storm & J. Coosen 1997. Westerschelde stram of struis, eindrapport van het Project Oostwest, een studie naar de beïnvloeding van fysische en verwante biologische patronen in een estuarium. Rapport RIKZ-97.023, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg.
- Welleman, H.C., F. Brocken & I. De Boois 2000. Vergelijking dichtheden, groei en mortaliteit Westerschelde-Noordzee. Deelrapport 2 uit de studie "Kinderkamerfunctie Westerschelde". RIVO-rapport C008/00. RIVO, IJmuiden.
- Wijsman, J. 2002. MOVE Bodemdieren. Effecten van de verruiming op de biomassa bodemdieren in de Westerschelde 1990-2001. Concept 5 november 2002 Werkdocument RIKZ.
- Van der Ziel, C.E. & G.H. Visser 2001. The effects of food restriction on morphological and metabolic development in two lines of growing Japanese quail chicks. *Physiology and Biochemical Zoology* 74: 52-65.

Bijlagen

Bijlage A. Overzicht van telvakken en indeling van telclusters voor verschillende soorten en soortsgroepen vogels.



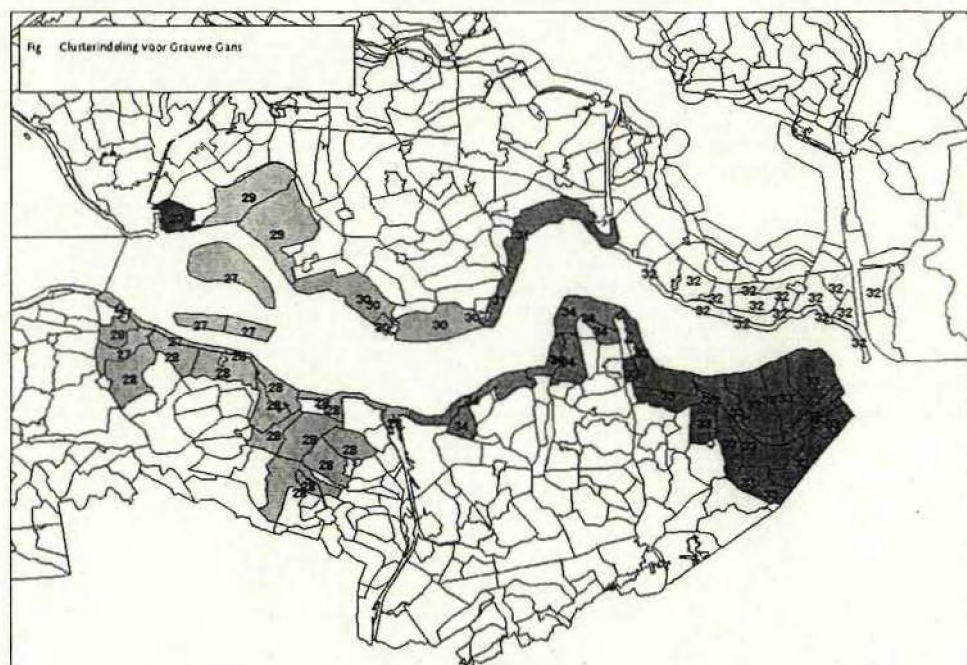
Bijlage A.1 Locatie van telvakken en indeling van telclusters voor steltlopers in de Westerschelde).



Bijlage A.2 Locatie van telvakken en indeling van telclusters voor de scholekster in de Westerschelde).



Bijlage A.3 Locatie van telvakken en indeling van telclusters voor de eenden in de Westerschelde).

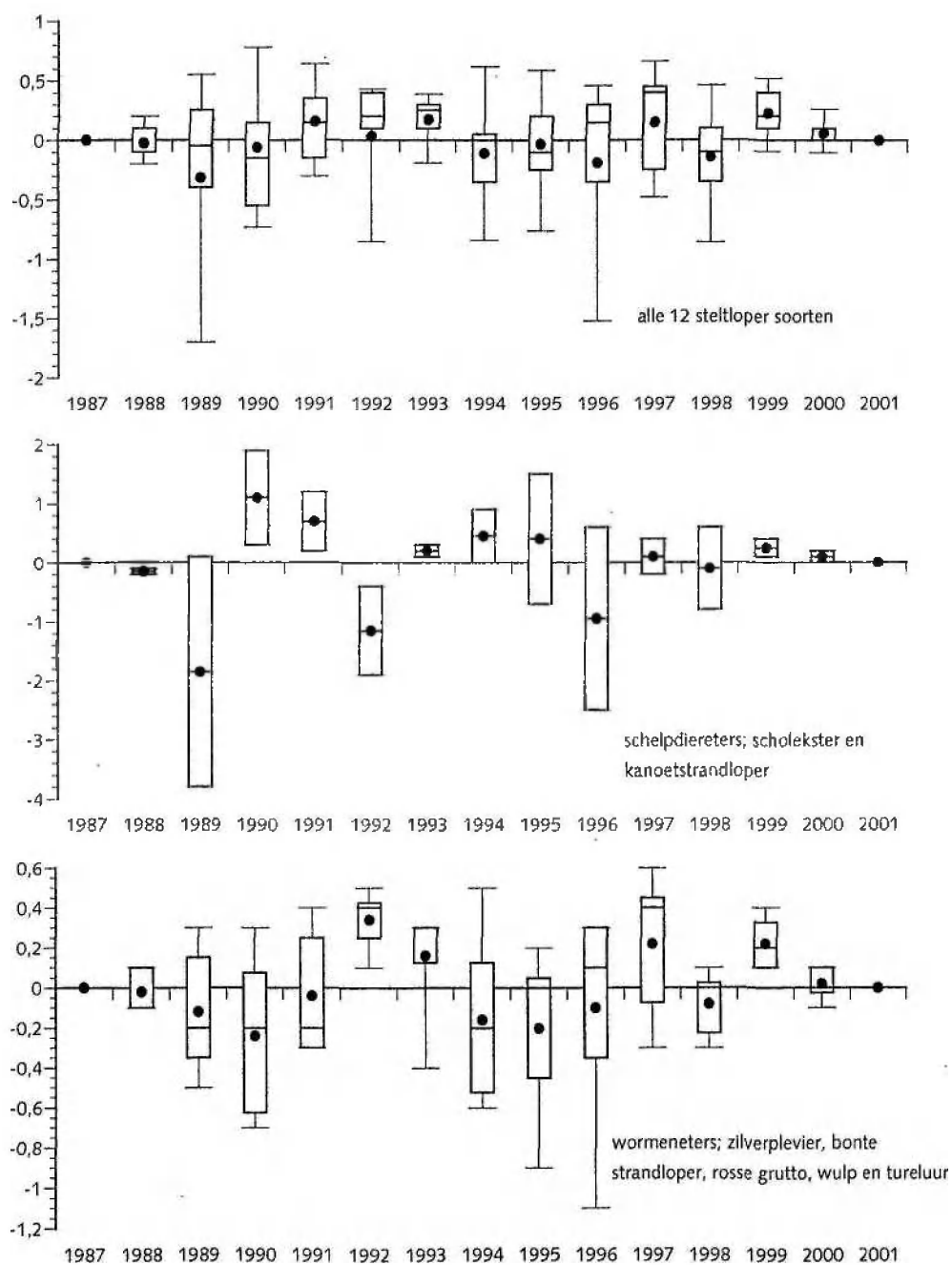


Bijlage A.4 Locatie van telvakken en indeling van telclusters voor de grauwe gans in de Westerschelde).

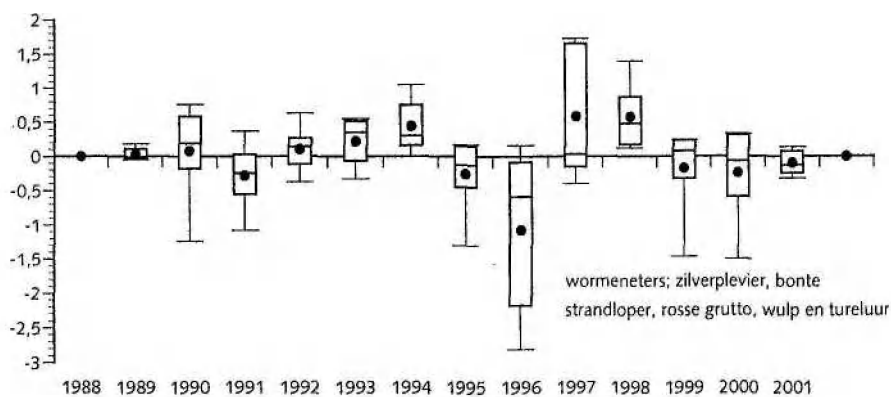
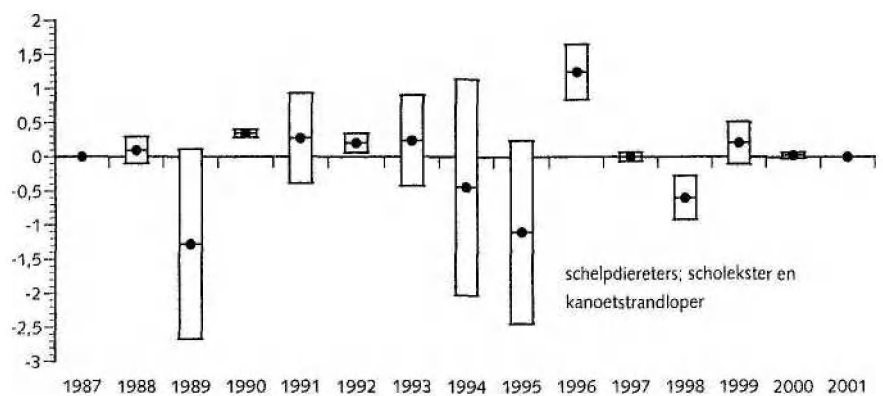
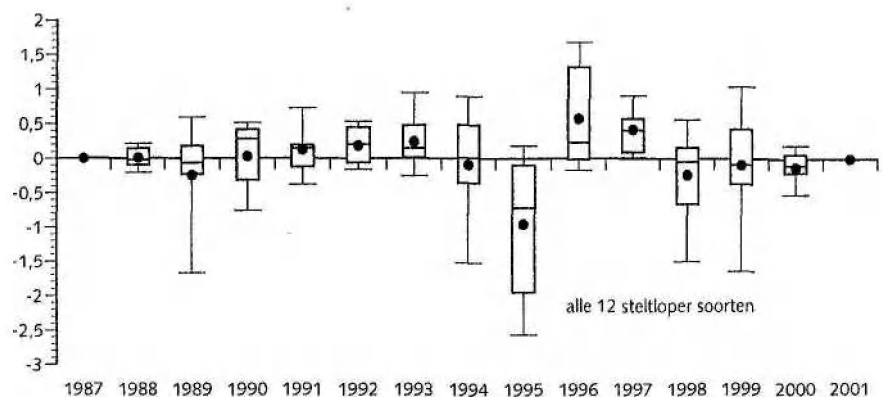
Bijlage B Overzicht van de buigpunten in het aantalsverloop (AI6: abundantie-index op basis van 6 vrijheidsgraden) voor de verschillende soorten en voor alle jaren, weergegeven voor najaar, winter en voorjaar.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
NAJAAR													
bergeend	0,73	0,57	0,49	0,47	0,52	0,63	0,85	1,04	1,20	1,46	1,47	1,41	1,68
scholekster	1,15	1,22	1,29	1,44	1,66	1,85	2,06	2,22	2,19	2,19	2,05	1,72	1,48
kluut	0,68	0,61	0,67	0,75	0,85	1,07	1,32	1,09	0,79	0,66	0,70	0,77	0,92
bontbekplevier	1,20	1,32	1,11	0,81	0,67	0,65	0,74	0,88	0,99	1,05	0,92	0,85	0,86
strandplevier	1,01	0,86	0,81	0,70	0,60	0,52	0,47	0,46	0,48	0,48	0,40	0,33	0,29
zilverplevier	0,96	1,06	1,07	0,92	0,87	1,03	1,34	1,46	1,19	0,94	0,85	0,85	0,93
kanoetstrandloper	1,72	2,24	1,69	1,36	1,28	0,92	0,64	0,67	0,88	0,70	0,44	0,32	0,28
drieteenstrandloper	0,96	1,10	1,13	0,92	0,76	0,82	1,04	1,27	1,31	1,14	1,11	1,16	1,38
bonte strandloper	1,09	1,26	1,29	1,08	0,92	0,94	1,04	1,24	1,28	0,95	0,67	0,52	0,54
rosse grutto	0,96	0,85	0,74	0,63	0,53	0,50	0,57	0,65	0,65	0,61	0,58	0,56	0,57
wulp	1,10	1,12	0,98	0,84	0,73	0,76	0,87	0,90	0,88	0,90	0,90	0,93	1,00
tureluur	1,07	1,02	0,94	0,80	0,67	0,66	0,71	0,68	0,65	0,66	0,75	0,84	0,94
steenloper	0,83	0,67	0,60	0,56	0,56	0,60	0,66	0,70	0,72	0,80	0,92	0,77	0,59
WINTER													
gauwe gans	0,12	0,41	-1,49	0,80	0,46	0,46	-2,03	0,16	1,47	0,77	0,31	-3,55	-0,71
bergeend	0,00	0,14	0,28	-0,51	0,14	0,23	-0,35	0,44	-0,03	-0,42	0,10	0,48	-0,01
smient	0,08	0,52	-0,83	0,29	-0,21	-0,02	0,62	0,11	-1,01	0,46	-0,31	0,98	-0,10
pijlstaart	0,23	0,06	0,21	0,15	-0,24	-0,54	0,42	0,41	0,86	-2,09	0,46	0,70	0,31
scholekster	0,00	0,01	-0,04	0,08	-0,13	0,26	-0,22	-0,29	0,34	-0,20	-0,52	0,40	0,12
kluut	-0,10	-0,44	0,34	-0,11	-0,09	0,98	-1,33	-0,07	0,43	0,43	0,10	-0,20	-0,17
bontbekplevier	-0,01	-0,79	0,39	-0,01	-0,03	0,11	0,09	0,00	0,10	-0,54	0,49	0,11	-0,17
strandplevier	-0,19	1,15	-0,13	-0,14	0,21	-0,21	0,02	0,26	0,00	-0,23	0,06	-0,14	0,03
zilverplevier	0,08	0,18	0,12	-0,61	0,25	0,30	-0,48	-0,13	0,18	0,23	-0,09	0,01	0,01
kanoetstrandloper	-0,07	0,26	0,28	0,06	0,12	-0,11	0,73	-1,28	0,33	0,17	-0,06	-0,10	0,01
drieteenstrandloper	-0,05	-0,96	-0,09	0,46	0,18	0,17	-0,20	-0,15	-0,42	0,69	0,21	-0,03	0,30
bonte strandloper	-0,17	0,11	-0,39	0,26	0,37	0,20	-0,27	-0,50	0,03	0,34	0,45	-0,53	0,14
rosse grutto	-0,09	0,14	0,46	-0,99	0,48	0,17	0,07	-0,29	0,10	0,02	0,07	0,10	-0,02
wulp	0,04	-0,01	0,04	-0,04	0,04	0,10	-0,34	0,25	0,04	-0,20	0,17	0,00	0,02
tureluur	-0,12	0,09	-0,23	0,17	0,18	0,20	-0,41	-0,22	0,12	0,37	0,08	-0,04	-0,03
steenloper	0,00	0,19	-0,21	0,10	0,18	0,05	-0,24	0,12	0,15	-0,03	-0,50	0,22	0,06
VOORJAAR													
scholekster	1,18	1,26	1,32	1,44	1,58	1,87	2,19	1,93	1,59	1,51	1,52	1,44	1,27
kluut	1,00	0,91	0,78	0,74	0,76	0,91	1,12	1,28	1,03	0,93	1,06	1,41	1,32
bontbekplevier	0,92	0,63	0,34	0,23	0,23	0,28	0,39	0,53	0,50	0,44	0,52	0,59	0,45
strandplevier	0,92	0,63	0,34	0,23	0,23	0,28	0,39	0,53	0,50	0,44	0,52	0,59	0,45
zilverplevier	0,81	0,81	0,95	1,10	1,19	1,18	1,21	1,21	1,05	0,91	0,96	1,08	1,08
kanoetstrandloper	1,04	1,38	1,01	0,63	0,62	0,81	1,05	1,26	0,90	0,77	0,68	0,45	0,29
drieteenstrandloper	0,61	0,38	0,24	0,20	0,24	0,34	0,48	0,58	0,56	0,57	0,76	1,13	1,63
bonte strandloper	1,18	1,34	1,26	1,19	1,31	1,78	2,51	2,61	2,00	1,77	1,98	2,34	2,45
rosse grutto	0,85	0,77	0,81	0,81	0,74	0,75	0,83	0,89	0,88	0,84	0,89	1,04	1,15
wulp	0,92	0,80	0,70	0,43	0,28	0,22	0,22	0,28	0,37	0,39	0,41	0,43	0,42
tureluur	1,00	0,96	0,91	0,84	0,90	1,23	1,81	2,03	1,54	1,35	1,58	1,71	1,70
steenloper	0,89	0,89	0,88	0,74	0,68	0,79	0,97	1,04	1,07	1,18	1,18	0,87	0,74
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000

Bijlage C Overzicht van de buigpunten in de trends voor de verschillende soortgroepen voor de periode augustus-september en voor de maand mei. Weergegeven zijn het gemiddelde (gesloten symbool), de range waarbinnen 50% van de gegevens ligt (box) en de range waarbinnen 80% van de gegevens ligt (verticale lijnen).



Bijlage C.1 Buigpunten in trends gemiddeld voor verschillende soortsgroepen voor de periode augustus/september (najaarstrek afrika-overwinteraars).



Bijlage C.2 Buigpunten in trends gemiddeld voor verschillende soortsgroepen voor de periode mei (najaarstrek afrika-overwinterraars).