Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK

A&W-rapport 346

FOERAGEERGEDRAG VAN STERNS IN DE WESTELIJKE WESTERSCHELDE IN 2002

A. Brenninkmeijer
G. Doeglas
J. de Fouw

Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK
Veenwouden
2002

Projectnummer	Projectleider	Status
331stn.02	E. Wymenga	Eindrapport
Autorisatie	**Naam**	**Datum**
Goedgekeurd	E. Wymenga	18 november 2002

Brenninkmeijer, A., G. Doeglas & J. de Fouw 2002.
Foerageergedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002. A&W-rapport 346. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.

Opdrachtgever
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Tel. 0118 - 672200

Foto Voorplaat
Visdief, Benny Klazenga, natuurfotografie, Katlijk

Uitvoerder
Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv
Postbus 32, 9269 ZR Veenwouden
Tel. 0511 - 474764, Fax 0511 - 472740
e-mail: info@altwym.nl
internet: www.altwym.nl

Dankzegging
Dit project is mogelijk gemaakt dankzij de welwillende medewerking van verschillende personen, hetzij in de vorm van nuttig commentaar op het conceptrapport en/of aanvullende gegevens, hetzij in de vorm van logistieke hulp bij de boottellingen, de visbemonsteringen of het bezoek aan de Hooge Platen: J. Veen (VEDA Consultancy), R. Beijersbergen & F. Schenk (Stichting het Zeeuwse Landschap), C. Berrevoets, B. Dauwe, P. Meininger, T. Smit & F. Twisk (RIKZ), E. Stienen (Instituut voor Natuurbehoud, Brussel), J. van Dierendonck & J. Groosman (particuliere vissersboten), K.Boete (kano), P. Hengst (RWS dir. Zeeland), D.Bos & M. Engelmoer(A&W) en M. Kersten.

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv
Overname van gegevens uit dit rapport is alleen toegestaan na schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

INHOUD

1. INLEIDING **1**
1.1. Aanleiding en doel 1
1.2. Onderzoeksgebied 2
1.3. Aanpak van het onderzoek en opzet van het rapport 2

2. MATERIAAL & METHODEN **7**
2.1. Verspreiding sterns en abiotische factoren 7
2.2. Foerageergedrag sterns 10
2.3. Sterns en schepen 12
2.4. Weersomstandigheden 12
2.5. GIS-verwerking 12
2.6. Statistische methoden 12

3. RESULTATEN **17**
3.1. Verspreiding sterns en abiotische factoren 17
3.2. Foerageergedrag sterns 24
3.3. Sterns en schepen 31

4. DISCUSSIE & CONCLUSIES **39**
4.1. Discussie 39
4.2. Conclusies 50
4.3. Aanbevelingen 51

LITERATUUR **53**

BIJLAGEN

Bijlage 1. Overzichtkaart (veldkaart) Westerschelde met kilometerhokken
Bijlage 2. Verspreiding sterns per periode
Bijlage 4. Detailkaarten ecotopen
Bijlage 5. Voedselsamenstelling sterns
Bijlage 6. Tijdschema 2002
Bijlage 7. Toetsing foerageer- en vissucces vs getij, doorzicht en ecotopen
Bijlage 8. Doorzicht tijdens de zes vaardagen

SAMENVATTING

Kader en doel
In verband met de gewenste doorvaart van grotere zeeschepen (in de klasse '48/43/38 voet') met bestemming Antwerpen is in 1995 ingestemd met een verdere verruiming van de Westerschelde. Rijkswaterstaat heeft daarop het MOVE-project opgestart om de morfologische en ecologische effecten van deze verdieping in kaart te brengen. Om deze effecten goed te kunnen signaleren, is onder andere de hypothese opgesteld dat ten gevolge van een afname in het oppervlak ondiep water de foerageermogelijkheden voor sterns in de westelijke Westerschelde met 10% zullen afnemen. Deze hypothese is verder onderbouwd door de foerageermogelijkheden van sterns (de ecologische effecten) in de westelijke Westerschelde te onderzoeken in relatie tot abiotische factoren en ecotopen (de morfologische effecten). In dit kader is in 2002 onderzocht waar de sterns in de westelijke Westerschelde foerageerden en wat hun foerageersucces was. Dit is in verband gebracht met het doorzicht en andere abiotische parameters en met de verschillende ecotopen. Tevens is de rol van veerboten en andere schepen voor foeragerende sterns onderzocht.

Materiaal & methoden
Het veldwerk is uitgevoerd tijdens het broedseizoen van 2002. In drie maal één week (half mei, half juni en half juli) is zowel de verspreiding als het foerageergedrag van Dwergsterns, Visdieven en Grote sterns bestudeerd.

De ***verspreiding*** van deze sterns is in kaart gebracht door met een boot de westelijke Westerschelde af te varen en per kilometerhok het aantal foeragerende sterns te tellen. Tegelijkertijd is het doorzicht van het water gemeten met een Secchi-schijf. Later zijn deze gegevens gekoppeld aan andere, door RIKZ beschikbaar gestelde abiotische parameters, zoals stroomsnelheid en diepte. Met behulp van een model is de relevantie van elk van deze parameters bepaald.

Als tweede is het ***foerageergedrag*** van de sterns onderzocht vanaf een aantal punten op en langs de Westerschelde. Hiervoor zijn individuele, foeragerende sterns met een telescoop of verrekijker gevolgd. Vervolgens is het aantal (al dan niet succesvolle) duiken en prooien van deze vogels genoteerd. Rondom deze protocollen is het doorzicht van het viswater bepaald. Tevens is aangegeven in welke ecotopen de sterns gefoerageerd hebben.

Tenslotte is op verschillende dagen en tijdstippen het aantal foeragerende sterns achter de ***veerboot*** tussen Vlissingen en Breskens per kilometerhok bepaald. Tegelijkertijd zijn achter de veerboot foerageerprotocollen gemaakt. Bovendien zijn gedurende de gehele veldperiode tellingen verricht van het aantal foeragerende sterns achter ***andere schepen*** in de Westerschelde.

Resultaten en conclusies
Verspreiding De gegevens van de Dwergstern en de Visdief zijn aan de hand van computermodellen geanalyseerd. Voor de Grote stern is hiervan afgezien, omdat deze zijn verspreiding voor het grootste gedeelte buiten het onderzoeksgebied (buitengaats) heeft. Voor de verspreiding van de Dwergstern in het foerageergebied is volgens de analyse vooral de afstand ten opzichte van de kolonie van belang, evenals in mindere mate het getij en de (maximale en minimale) diepte. De stroomsnelheid en het doorzicht hebben geen significant effect op het aantal foeragerende Dwergsterns in de gegevens.

Het model vond geen verband tussen de verspreiding van foeragerende Visdieven en de abiotische factoren, waarschijnlijk doordat Visdieven opportunistisch foerageren: ze kunnen snel anticiperen op veranderende voedselomstandigheden, zoals bijvoorbeeld achter veerboten en andere schepen, en zijn minder afhankelijk van specifieke abiotische omstandigheden. Ook zijn de verspreidingsgegevens op kilometerhok basis te grof voor een dergelijke modelbenadering.

Foerageergedrag Het getij lijkt in de westelijke Westerschelde geen grote invloed te hebben op het foerageersucces van sterns. Foerageer- en vissucces van de Dwergstern en de Grote stern werden niet significant beïnvloed door het getij. Dit is evenwel gebaseerd op een beperkt aantal waarnemingen. Het getij is wel van invloed op de verspreiding van foeragerende Dwergsterns (model). De Visdief heeft een significant lager foerageersucces bij afgaand water dan bij hoogwater.

Het doorzicht in de Westerschelde is wel van belang voor het foerageersucces van sterns. De Dwergstern heeft een significant lager vis- en foerageersucces in water met een doorzicht van > 50 cm. De Visdief heeft een significant hoger vis- en foerageersucces in water met een doorzicht van > 180 cm. De Grote stern tenslotte heeft een (niet significant) lager vis- en foerageersucces in water met een doorzicht van < 50 cm.

Dwergsterns hebben een voorkeur voor ondiepe wateren en Grote sterns voor diepe wateren. Beide sternensoorten vissen vooral in de hoogdynamische, meer turbulente ecotopen en op de grens met laagdynamische ecotopen. Wellicht is hun prooivis op dit grensgebied gemakkelijker te vangen. Visdieven hebben juist een voorkeur voor ondiepe, laagdynamische ecotopen, maar zijn verder vrij opportunistisch in de keuze van hun foerageerplaats.

Schepen Dwergsterns en Grote sterns foerageren nauwelijks achter veerboten en zee- en binnenvaartschepen. Op Visdieven hebben deze schepen evenwel een grote aantrekkingskracht. Het foerageersucces van Visdieven achter de veerboten is 50% hoger dan in het overige foerageergebied, hoewel dit verschil niet significant is. Het foerageren achter de veerboot levert de Visdieven mogelijk een tijdsbesparing op, aangezien ze niet hoeven te zoeken naar alternatieve visplekken. De veerboten zijn belangrijk voor Visdieven, aangezien ze een redelijk deel van hun totale, maximale visbehoefte achter veerboten vangen. Dit is echter achter de overige schepen (zee- en binnenvaartschepen) op de Westerschelde niet het geval. Daarom zijn deze overige schepen waarschijnlijk van marginaal belang voor de Visdief.

1. INLEIDING

1.1. AANLEIDING EN DOEL

Kader van het onderzoek

Om de doorvaart van grote zeeschepen met bestemming Antwerpen te kunnen garanderen, is in 1970 begonnen met het uitdiepen van de Westerschelde. In 1995 is door het Koninkrijk der Nederlanden en het Gewest Vlaanderen een verdrag ondertekend, waarin een verdere verruiming van de Westerschelde is vastgelegd (de Jong *et al*. 1995). Deze verdere verruiming heeft tot gevolg dat de vaarmogelijkheden worden uitgebreid tot grote zeeschepen in de klasse '48/43/38 voet'. Om de morfologische en ecologische effecten van deze verdieping in kaart te brengen heeft Rijkswaterstaat directie Zeeland in 1995 het MOVE-project (MOnitoring VErdieping Westerschelde) gestart (MOVE 1997). De doelstelling van het MOVE-project is drieledig, te weten:

- Het signaleren van ontwikkelingen in het fysisch, biologisch en chemisch systeem om de bagger-, stort- en zandwinstrategie te kunnen bijsturen. Dit is er vooral op gericht om reeds tijdens de verdieping te kunnen bijsturen in geval er ongewenste invloeden van ingrepen optreden;
- Het verzamelen van gegevens voor en het evalueren van het nieuwe bagger-, stort- en zandwinbeleid. Hierbij wordt de ontwikkeling van het estuarium op langere termijn beschouwd;
- Het verzamelen van gegevens voor beschrijving van de gevolgen van de ingrepen op het systeem. Hiermee kan de kennis van het systeem verbeterd worden en kunnen de langetermijngevolgen van (geplande) menselijke ingrepen op het systeem beter worden voorzien.

Hypothesen en doelstelling

Om de verwachte morfologische en ecologische effecten goed te kunnen signaleren, is in het Plan van Aanpak (MOVE 2001) een hypothesenlijst opgesteld. De belangrijkste hypothesen voor het onderhavige project zijn E16 t/m E18: *de foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters (Visdieven, Dwergsterns) zullen in het westelijke (E16), midden- (E17) en oostelijke (E18) deel van de Westerschelde met ca. 10% afnemen.* Deze hypothesen zijn gebaseerd op de aanname, dat het areaal ondiep water in de Westerschelde door de baggerwerkzaamheden zal afnemen. Deze ondiepwatergebieden worden als potentiële opgroeigebieden gezien voor vislarven, jonge vis en garnaal, die de belangrijkste voedselbron voor sterns vormen (zie de kaders in dit rapport). Vanuit de ecotopenbenadering (MOVE 2001) hebben de hypothesen E16 t/m E18 een sterke relatie met de hypothesen E9 t/m E11, die gesteld zijn voor vis en garnaal. Deze luiden: *De potentieel beschikbare opgroeigebieden (≈ kinderkamers) voor larven, jonge vis en jonge garnaal zullen in het westen (E9) en midden (E10) van de Westerschelde met ca. 10% afnemen en in het oostelijke deel (E11) van de Westerschelde met ca. 15% afnemen.*

Om de hypothesen E16 t/m E18 te kunnen toetsen, is onderzoek opgestart naar de morfologische en ecologische aspecten. De nulsituatie (T0) van de verspreiding van foeragerende sterns is reeds vastgelegd door Arts & Meininger (1995). Het RIKZ heeft opdracht verleend aan het bureau voor ecologisch onderzoek Altenburg & Wymenga bv om de verspreiding en het foerageergedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002 te onderzoeken. Het betreft de eerste herhaling (T1) sedert de nulmonitoring in 1995. De resultaten van het onderzoek in 2002 zijn in dit rapport opgenomen.

In tegenstelling tot het onderzoek van Arts & Meininger (1995) wordt in deze studie, conform de opdracht, alleen hypothese E16 beschouwd. Dit houdt in dat de foerageermogelijkheden voor zichtjagende viseters in het westelijke deel van de Westerschelde zijn onderzocht. Hierbij is tevens gekeken naar de relatie tussen foeragerende sterns en ecotopen. RIKZ gaat ervan uit, dat de in dit onderzoek opgedane bevindingen eveneens bruikbaar zijn om de hypothesen E17 (midden) en E18 (oostelijke deel) te kunnen beoordelen. Vanuit de vraag van het RIKZ om de genoemde hypothese te onderbouwen met gegevens over ecotoop, habitateisen en habitatgebruik, is het onderzoek op de volgende vragen toegespitst:

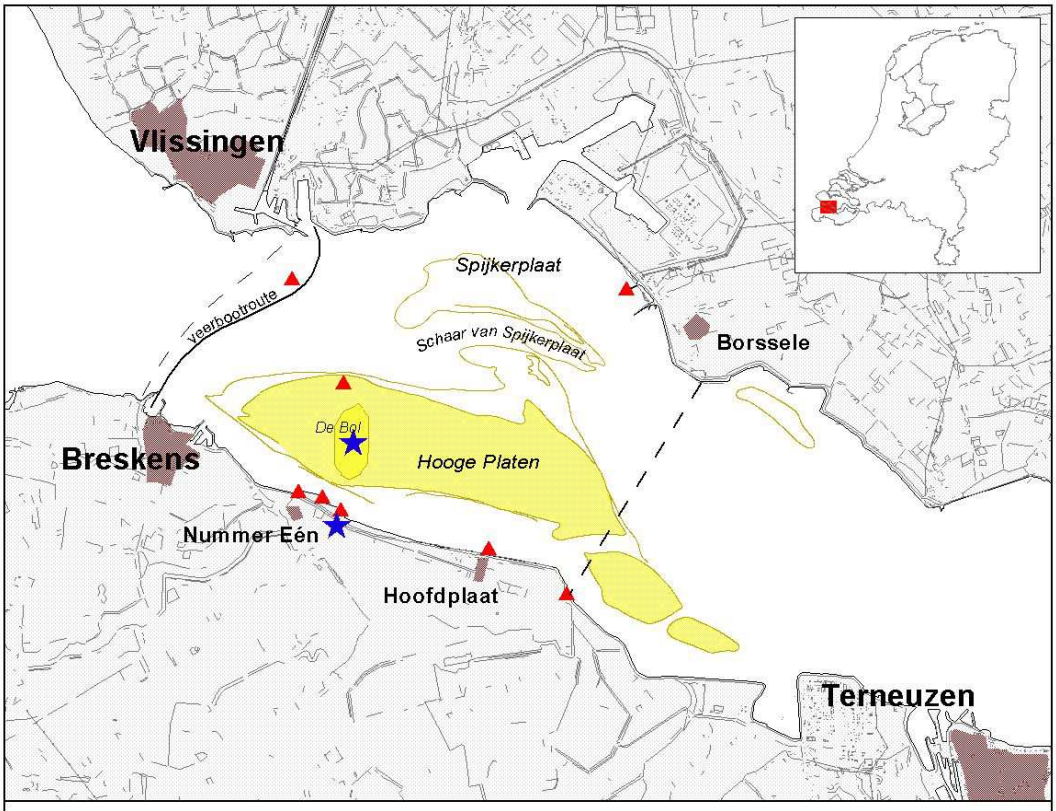
- Waar foerageren Visdieven en Dwergsterns in de westelijke Westerschelde in 2002?
- Wat is het foerageersucces van Visdieven en Dwergsterns in de westelijke Westerschelde en wat is de relatie met de verschillende ecotopen en met het doorzicht en andere abiotische parameters?
- Welke rol spelen de veerboten en andere schepen voor foeragerende sterns?

1.2. ONDERZOEKSGEBIED

Het onderzoeksgebied beperkt zich, conform de opdracht, tot het westelijke deel van de Westerschelde. Tijdens het T0-onderzoek is vastgesteld dat hierbinnen de foerageergebieden liggen van de Visdieven en Dwergsterns die in de westelijke Westerschelde broeden (Arts & Meininger 1995). Het onderzoeksgebied is aan de westelijke zijde begrensd door de veerbootroute Vlissingen –Breskens en aan de oostelijke zijde globaal door de lijn Plaskreek - Borssele. In figuur 1 zijn tevens de locaties aangegeven waar foerageerprotocollen zijn gemaakt (§2.2), evenals de locatie van de sternenkolonies. Op De Bol, het hoogste en meest begroeide deel van de Hooge Platen, hebben in 2002 de Visdieven en Grote sterns gebroed, naast Kokmeeuwen en Zilvermeeuwen. De Dwergsterns zijn dit jaar verhuisd van de Hooge Platen naar Voorland Nummer Een.

1.3. AANPAK VAN HET ONDERZOEK EN OPZET VAN HET RAPPORT

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, is in de zomer van 2002 drie maal een week veldwerk uitgevoerd, in respectievelijk mei, juni en juli. Er zijn gegevens verzameld over de verspreiding van foeragerende sterns, enkele abiotische parameters en het foerageersucces. Daarbij is het veldwerk geconcentreerd rond de Hooge Platen en Voorland Nummer Een, hoewel op verschillende andere locaties gedetailleerde waarnemingen zijn gedaan. Een beschrijving van de werkwijze bij het veldonderzoek is opgenomen in hoofdstuk 2, evenals een beschrijving van de verwerking van de gegevens. Tussen de hoofdstukken in zijn kaders opgenomen over de ecologie en verspreiding van de Dwergstern, Visdief en Grote stern. De resultaten van het veldonderzoek worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd. In hoofdstuk 4 zijn deze resultaten vergeleken met die van het onderzoek dat is verricht vóór de baggerwerkzaamheden, de T0-studie in 1995, en met literatuurgegevens uit andere wetlandgebieden. In dit hoofdstuk zijn tevens de conclusies en aanbevelingen vervat.



teknr. 331-008a/19112002/fb

Figuur 1.
Ligging van het onderzoeksgebied westelijke Westerschelde.

★ locatie van de kolonies
▲ locatie van protocoleren
– – begrenzing onderzoeksgebied

N
1 0 1 km

A&W rapport 346
Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK

Dwergstern

De Dwergstern *Sterna albifrons* is een van de meest karakteristieke broedvogels van dynamische kustmilieus. De soort broedt in het Deltagebied meestal in kleine kolonies van hooguit enkele tientallen broedparen; af en toe bestaan de kolonies uit meer dan 100 paar (Beijersbergen & Meininger 1980, Arts & Meininger 1993, 1995). Er wordt gebroed op kale of spaarzaam begroeide terreinen (kusten, oevers en eilanden), meestal met schelpen of steentjes. Tussen half april en half mei arriveren de vogels uit de West-Afrikaanse overwinteringsgebieden. Drie tot vier weken na aankomst in het broedgebied wordt de nestplaats gekozen. De eieren worden gelegd tussen half mei en eind juni, met als piekperiode half mei tot half juni. Een tweede piek in de eileg heeft vooral betrekking op vogels die voor het eerst broeden. Vrouwtjes produceren gemiddeld 1,7 legsel per jaar, waarbij elk legsel 2-3 eieren bevat. Een vrouwtje produceert geen tweede legsel als het eerste legsel succesvol is. De broedduur is gemiddeld 21,5 dagen. Na 14-17 dagen zijn de jongen vliegvlug (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982, Schmidt & Siefke 1982, Cramp 1985, den Boer & Beijersbergen 1993, Hoekstein 1996).

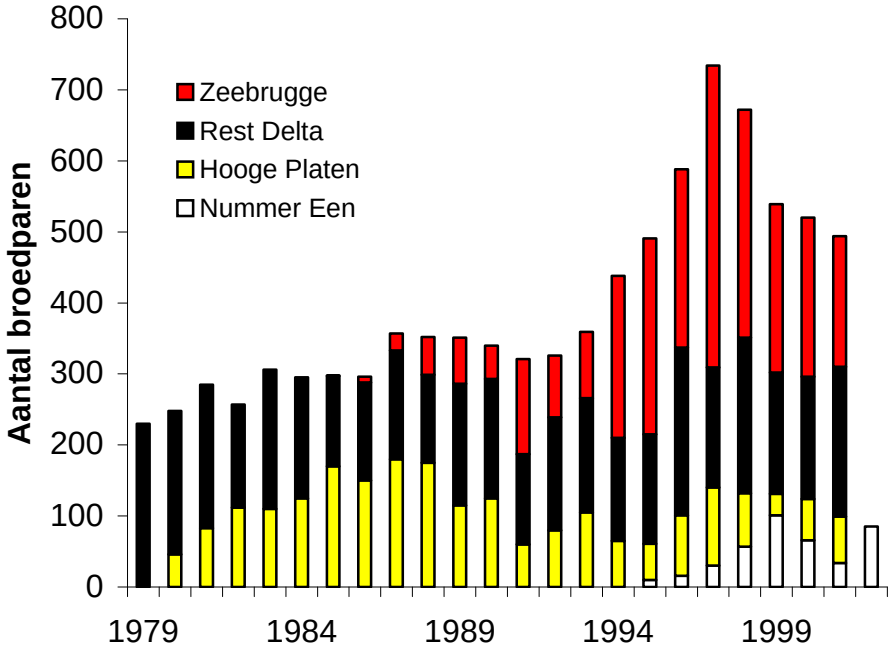
Voedselsamenstelling

Het voedsel bestaat in Nederland vooral uit kleine rondvis (ca. 4-8 cm) zoals jonge Zandspiering, Smelt, Haring en Sprot, maar ook kleine platvis, stekelbaarzen, garnalen en andere kreeftachtigen en insecten (Nadler 1976, Cramp 1985, Beijersbergen 1989, den Boer & Beijersbergen 1993, Hoekstein 1996). Dwergsterns hebben een voorkeur voor ondiep (25-100 cm), niet te snel stromend water, dat rijk is aan prooidieren tot 9 cm. Deze sternensoort vist meestal minder dan 3 km en zelden verder dan 5-7 km van de kolonie. In de broedtijd foerageren Dwergsterns voornamelijk langs de kust en gaan ze niet verder dan 1,5 km op zee (Beijersbergen 1980, Fasola & Bogliani 1990, Arts & Meininger 1995).

Populatieverloop

In Nederland broeden tegenwoordig ca. 400 paren, waarvan 300 in het Deltagebied. Bij het verloop van het aantal broedparen in de Delta is niet alleen gekeken naar het aantal paren binnen het onderzoeksgebied (bij Voorland Nummer Een en op de Hooge Platen), maar ook daarbuiten (in de rest van het Deltagebied en in Zeebrugge, België). De sterns van Zeebrugge worden - in ieder geval voor dit rapport - beschouwd als behorende tot de totale Deltapopulatie. Aan het eind van de jaren veertig waren er meer dan 600 broedparen in het Deltagebied, maar in het begin van de jaren zestig was de soort bijna verdwenen (Arts & Meininger 1993). De afgelopen decennia hebben de Dwergsterns in de Westerschelde voornamelijk op de Hooge Platen gebroed. In 2002 zijn de Dwergsterns van de Hooge Platen verhuisd naar het aangelegde eiland bij Voorland Nummer Een, waar 85 paren tot broeden zijn gekomen (pers. med. P. Meininger, figuur 4). Deze broedplaats wordt jaarlijks geschikt gehouden voor Dwergsterns en andere pioniers door het aanbrengen van schelpenbulten en het verwijderen van de vegetatie door ploegen. Dankzij dergelijke ingrepen broeden tegenwoordig minstens evenveel Dwergsterns in de Westerschelde als in de eerste helft van de 20^{e} eeuw (Meininger & Strucker 2002). In 1985 is er een kolonie Dwergsterns bij Zeebrugge ontstaan. Deze heeft zich uitgebreid van ongeveer 50 paren eind jaren tachtig, via ongeveer 100 paren begin jaren negentig tot 184-425 paren eind jaren negentig/begin 21^{e} eeuw (pers. med. E. Stienen, Instituut voor Natuurbehoud IN, Brussel).

Het aantal broedparen in de totale Delta is sinds 1997 gestaag gedaald. Een trendanalyse van de ontwikkeling van het aantal broedparen tussen 1980 en 2000 heeft echter uitgewezen, dat de verruimingswerken geen aantoonbare invloed hebben gehad op het aantal broedparen (Tulp *et al*. 2001).



Aantal broedparen van de Dwergstern in het Deltagebied en Zeebrugge (Meininger & Strucker 2002, pers. med. P. Meininger & E. Stienen). De aantallen van Zeebrugge en de rest van de Delta in 2002 waren bij het ter perse gaan van dit rapport niet bekend.

2. MATERIAAL & METHODEN

2.1. VERSPREIDING STERNS EN ABIOTISCHE FACTOREN

Verspreidingsgegevens van foeragerende sterns

Voor het verzamelen van verspreidingsgegevens van foeragerende sterns is het westelijk deel van de Westerschelde tussen Vlissingen en Hoofdplaat in kilometerhokken van 1 x 1 km verdeeld (bijlage 1). De kilometerhokken zijn zodanig gekozen dat het gehele potentiële foerageergebied van de broedende Visdieven van de Hooge Platen en Dwergsterns van Voorland Nummer Een in de studie is meegenomen.

De foeragerende sterns zijn min of meer geteld volgens de ESAS-methode door met een boot alle kilometerhokken af te varen en daarbij een zogenaamde 'snap shot' te maken van de aanwezige vliegende sterns (Komdeur *et al.* 1992). Bij de ESAS-methode wordt iedere minuut het aantal vliegende sterns geteld dat zich binnen een vierkant van 300 x 300 m voor het schip bevindt. Er is enigszins afgeweken van dit kader en van het tijdsinterval. Vanaf de boot is in elk kilometerhok (1000 x 1000 m) het aantal foeragerende, maar ook het aantal overvliegende Dwergsterns, Visdieven en Grote sterns geteld. Afhankelijk van de lichtinval is aan het begin of het eind van een hok gedurende ongeveer één minuut geteld (en halverwege op ongeveer 500 meter), terwijl de boot stillag voor doorzichtmetingen. Tijdens het varen zijn eveneens sterns geteld, waarbij erop gelet is sterns niet twee keer te tellen. Om te bepalen in welk vak de sterns foerageerden is gebruik gemaakt van zowel GPS als de veldkaart (bijlage 1), waarop de meest recente ligging van de betonning (voorjaar 2002; gegevens beschikbaar gesteld door RWS Directie Zeeland), vaargeulen en zandplaten waren aangegeven. Gegevens over de ligging van vaargeulen en betonning zijn van RIKZ Middelburg verkregen. Overvliegende sterns vlogen meestal vlak boven het water maar soms ook heel hoog, zonder naar beneden te kijken of enige duikpogingen te ondernemen. Vooral Grote sterns zijn overvliegend waargenomen tijdens hun vliegtochten van en naar de buitengaatse foerageergebieden. In dit rapport zijn alleen de gegevens van de foeragerende sterns binnen het onderzoeksgebied verwerkt.

Net als bij de T0-studie in 1995 (Arts & Meininger 1995) zijn de waarnemingen door één persoon verricht, waarbij gebruik gemaakt is van een verrekijker (10 x 25). De gegevens zijn verzameld gedurende drie weken in mei, juni en juli (respectievelijk week 20, week 24 en week 28), waarbij in iedere week twee middagtellingen zijn verricht. In 2002 zijn binnen de westelijke Westerschelde dezelfde kilometerhokken geteld als tijdens de T0-studie. Om de tellingen van mei, juni en juli zo goed mogelijk met elkaar te kunnen vergelijken, zijn alle tellingen tussen 2 uur vóór en 2 uur na hoog water verricht, steeds met springtij. De monstertochten zijn uitgevoerd met de patrouilleboot van de Stichting het Zeeuwse Landschap en, toen deze verhinderd was, met twee vergelijkbare vissersboten. Voor de plaatsbepaling is gebruik gemaakt van een Etrex hand-GPS.

Doorzicht

Voor gegevens over de relatie tussen de foerageerlocaties en het doorzicht, is tijdens het verzamelen van de verspreidingsgegevens van foeragerende sterns per kilometerhok het doorzicht bepaald met een Secchi-schijf. De Secchi-metingen zijn uitgevoerd aan de schaduwzijde van de boot. Er zijn geen verdere maatregelen genomen om schittering van het water te voorkomen zoals bijvoorbeeld het gebruik van een waterkijker. Doorzichtmetingen (afgerond op 5 cm) zijn elke 500 meter minimaal in drievoud

uitgevoerd. De exacte plaatsbepaling is verricht met een Etrex hand-GPS. Aan de hand van deze gegevens is een gemiddeld doorzicht per kilometerhok bepaald (bijlage 8).

In juni en juli is vóór en na de foerageerprotocollen vanaf de wal eveneens het doorzicht met een Secchi-schijf gemeten. Dit gebeurde op uitwateringspunten vanaf het vasteland, wadend door het water op ondiepe plaatsen en/of met behulp van een zeekano op de overige, diepe punten. Alle protocolleerperioden zijn afgesloten met een doorzichtmeting. In mei zijn, bij gebrek aan een zeekano, alleen doorzichtmetingen verricht op ondiepe punten.

Stroomsnelheid

De stroomsnelheidgegevens zijn aangeleverd door het RIKZ (figuur 2), die bij de berekening van de maximale stroomsnelheden gebruik heeft gemaakt van de modellen SCALDIS-100 en SCALWEST-2000 (Anonymus 1994, Jansen 1997, 1998). Deze modellen maken gebruik van de maximale dieptegemiddelde stroomsnelheid (verticaal gemiddeld, in meter/sec) voor de vloedfase van een gemiddeld getij. De stroomsnelheden zijn door deze modellen berekend aan de hand van de bodemligging van 1996. Een stroomsnelheidskaart van recenter datum is niet beschikbaar. Voor de verwerking zijn per kilometerhok de minimale, de gemiddelde en de maximale stroomsnelheid gebruikt.

Diepte

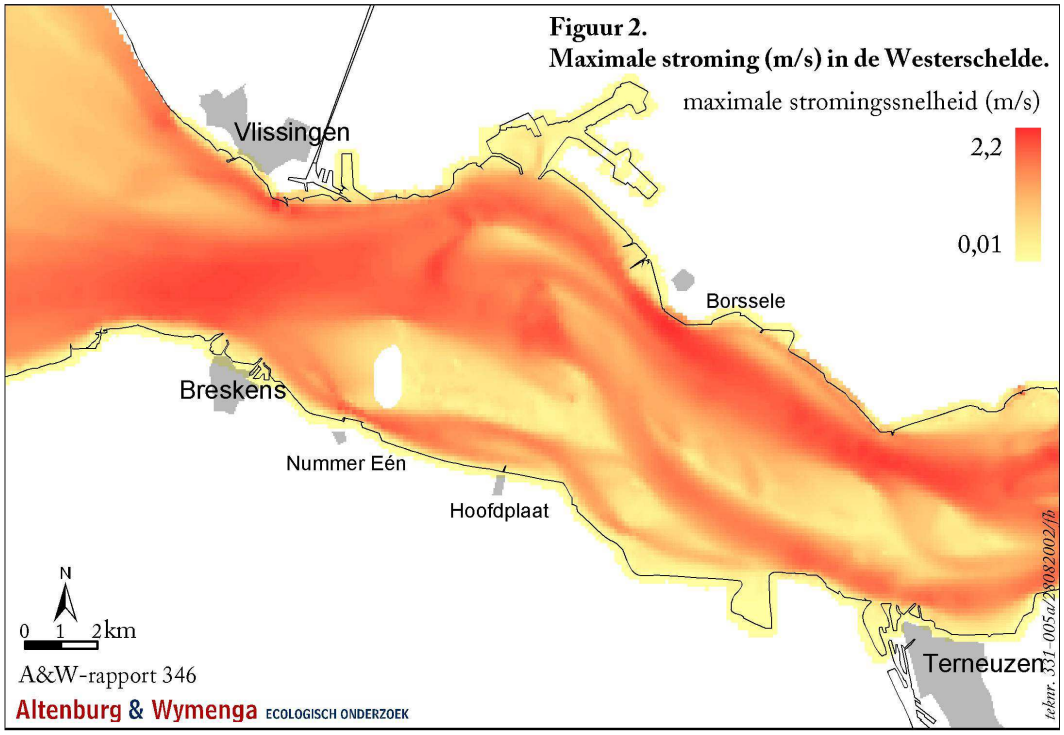
Dieptegegevens zijn verkregen van het RIKZ (figuur 3). Hierbij is gebruik gemaakt van een GIS-bestand met een grid met een hoogte/diepteverdeling in cm –NAP (situatie 2001). Voor de verwerking zijn per kilometerhok de minimale, de gemiddelde en de maximale diepte gebruikt.

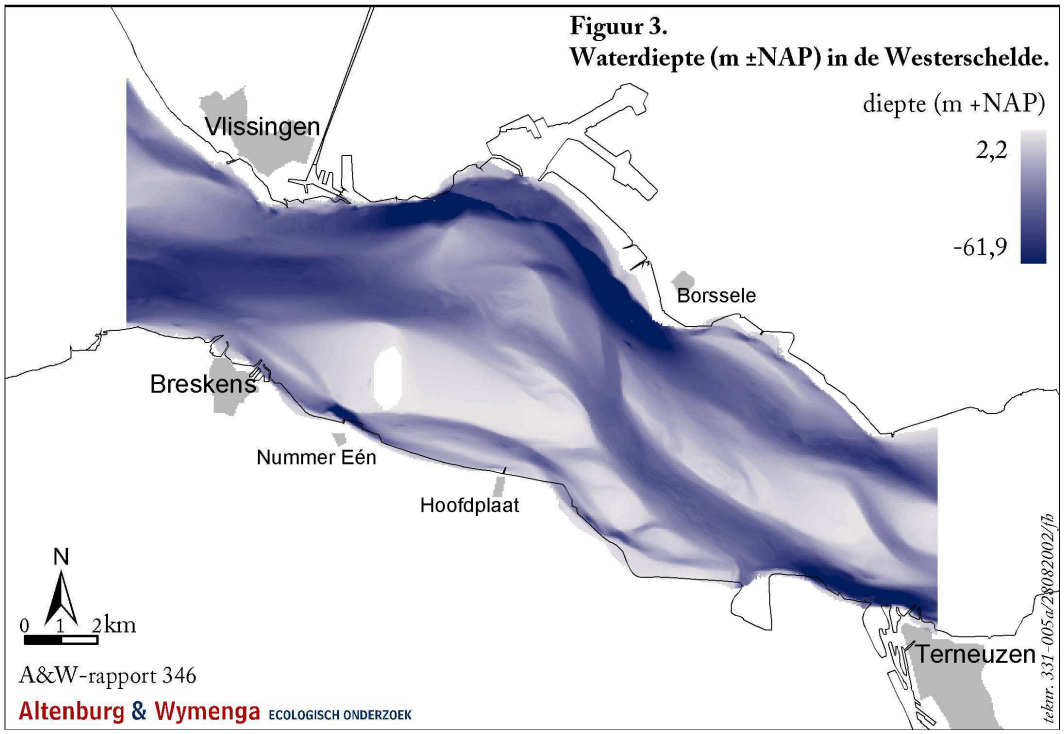
Getij

De waterstanden zijn ontleend aan de getijtafels van 2002 (RIKZ 2001), waarbij de waterstanden van Vlissingen als uitgangspunt zijn genomen. Voor de analyse van het foerageergedrag zijn vier verschillende getijfasen onderscheiden: hoogwater (HW, van 45 minuten voor HW tot 45 minuten na HW), afgaand water (AW, van 45 minuten na HW tot 45 minuten voor LW), laag water (LW, van 45 minuten voor LW tot 45 minuten na LW) en opkomend water (OW, van 45 minuten na LW tot 45 minuten voor HW). Voor het model zijn de getijfasen op dezelfde manier geclassificeerd, maar is LW niet van toepassing omdat er tijdens LW geen waarnemingen zijn verricht.

Tijd van de dag

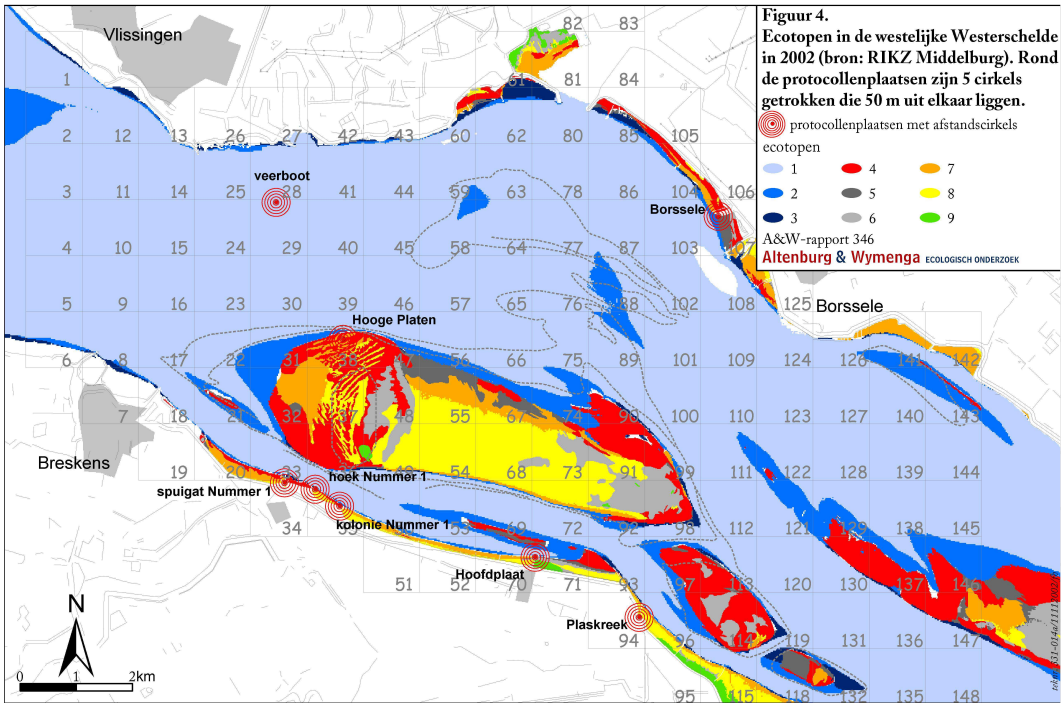
De daglichtperiode is onderverdeeld in zes perioden van twee uur: vóór 10 uur, van 10 tot 12 uur, van 12 tot 14 uur, van 14 tot 16 uur, van 16 tot 18 uur, en na 18 uur.


Figuur 2.
Maximale stroming (m/s) in de Westerschelde.
maximale stromingssnelheid (m/s)
2,2
0,01
Vlissingen
Borssele
Breskens
Nummer Eén
Hoofdplaat
Terneuzen
N
0 1 2km
A&W-rapport 346
Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK
tekn. 331-005a/28082002/fb


Figuur 3.
Waterdiepte (m ±NAP) in de Westerschelde.
diepte (m +NAP)
2,2
-61,9
Vlissingen
Borssele
Breskens
Nummer Eén
Hoofdplaat
Terneuzen
N
0 1 2km
A&W-rapport 346
Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK
tekn. 331-005a/28082002/fb

Ecotopen

Een ecotoop is gedefinieerd als een ruimtelijk begrensde eenheid van een ecologisch leefgebied, waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door abiotische en biotische condities (MOVE 2001). Binnen RIKZ zijn twee soorten ecotopenkaarten van de Westerschelde in omloop. Voor deze rapportage is de versie gebruikt die door RIKZ gemaakt is volgens methode 'de Haan'. Hiervoor zijn gegevens over de stroomsnelheid, de diepte en de geomorfologie gebruikt (Willemse 2002). Dit heeft geresulteerd in een kaart, waarop onderscheid wordt gemaakt tussen negen verschillende ecotopen (figuur 4): (1) Geul/diep water; (2) Ondiep hoog dynamisch; (3) Ondiep laag dynamisch; (4) Litoraal hoog dynamisch; (5) Laagdynamisch slibarm, onder NAP; (6) Laagdynamisch slibarm, boven NAP; (7) Laagdynamisch slibrijk, onder NAP; (8) Laagdynamisch slibrijk, boven NAP; (9) Schor.



Figuur 4.
Ecotopen in de westelijke Westerschelde in 2002 (bron: RIKZ Middelburg). Rond de protocollenplaatsen zijn 5 cirkels getrokken die 50 m uit elkaar liggen.

2.2. FORAGEERGEDRAG STERNS

De protocollen zijn vooral vanaf de 'vaste wal' gemaakt, omdat het niet mogelijk is gebleken om midden op het water verantwoorde protocollen te maken vanaf de kleine boten, waarmee op het water de sternentellingen verricht zijn. Deze boten schommelen onder bijna alle weersomstandigheden te veel om sterns met de kijker of telescoop te kunnen volgen. Het maken van foerageerprotocollen op het water is alleen verantwoord vanaf stabiele, grote schepen, zoals de veerboten. Daarom zijn de foerageerprotocollen gedeeltelijk vanaf de veerboten, maar voor het grootste deel vanaf de kant gemaakt. Op veel plaatsen langs de oevers van de Westerschelde zijn weinig tot geen foeragerende sterns aangetroffen. Tijdens een aantal verkenningsronden zijn de 'goede' foerageerplekken in kaart gebracht. Dit zijn plaatsen waar regelmatig sterns op geringe afstand langs de kust foeragerend zijn waargenomen. Gezien de beperkte tijd die beschikbaar was voor het verzamelen van foerageergegevens is alleen op de volgende acht locaties het foerageergedrag van de drie sternensoorten vastgelegd (figuur 1):

Spuigat Nummer 1: rond het spuigat ten westen van Voorland Nummer Een, waar sterns foerageerden in het spuikanaal of tussen twee strekdammen (één van stortsteen en één van oude kabels) (kilometerhok 33);

- ***Hoek Nummer 1***: op de hoek van de dijk tussen Spuigat en Kolonie nummer Een (kilometerhok 35);
- ***Kolonie Nummer 1***: rond de kolonie Dwergsterns op Voorland Nummer Een (kilometerhok 35);
- ***Hoofdplaat***: rond de strekdam bij Hoofdplaat (kilometerhok 71);
- ***Plaskreek***: bij de Plaskreek ten oosten van Hoofdplaat, waar sterns in of rond het spuikanaal foerageerden (kilometerhok 94);
- ***Hooge Platen***: aan de noordwestkant van de Hooge Platen, ter hoogte van De Bol (kilometerhok 38);
- ***Borssele***: rond de strekdam ten westen van de kerncentrale van Borssele, naast het afwateringskanaal van koelwater (kilometerhok 107);
- ***Veerboot***: achter de veerboot Vlissingen-Breskens v.v. (kilometerhokken 27, 28, 41, 24, 29, 40, 9, 16, 23, 8, 17 en 7).

Deze protocollen zijn gemaakt met behulp van een verrekijker (10 x 25) voor waarnemingen van korte afstand en met een telescoop (vergroting 20 tot 60 x) voor waarnemingen tot ongeveer 100 meter. Individuele sterns waarvan een protocol gemaakt werd, zijn willekeurig gekozen uit de in het observatiegebied aanwezige sterns, om vervolgens het foerageergedrag van het gekozen individu zo lang mogelijk waar te nemen. Observaties stopten op het moment dat de sterns ophielden met foerageren of te ver weg vlogen (ongeveer 100 meter) om een verantwoorde prooischatting te maken. Van geobserveerde sterns is het aantal duiken en het soort duik genoteerd, evenals de prooigrootte en prooisoort, indien mogelijk. De duiktechniek is onderverdeeld in vier categorieën (Brenninkmeijer *et al*. 2002):

1. het duiken op grotere diepte, waarbij de stern volledig onder water verdwijnt (Full Plunge Dive of **FPD**);
2. het duiken in de bovenste waterlaag, waarbij de stern gedeeltelijk onder water verdwijnt (Partial Plunge Dive of **PPD**);
3. en het duiken op de oppervlakte, waarbij alleen de snavel het water raakt (Contact Dip of **CD**);
4. Afgebroken duiken, waarbij de vogel het water niet raakt, worden weergegeven als halve duik of ½.

De prooigrootte is geschat aan de hand van de snavellengte (in halve-snavellengteklassen) van de foeragerende stern en daarna omgerekend met behulp van de gemiddelde snavellengte van de sternensoort (Dwergstern 2,9 cm, Visdief 3,6 cm, Grote stern 5,4 cm; Cramp 1985). De prooi was meestal niet tot op de soort te onderscheiden. Wel kon onderscheid gemaakt worden tussen rondvis, Haring/Sprot, Zandspiering/Smelt en garnaal/vislarve.

Voor elke individuele stern zijn duikfrequentie (aantal duiken per uur), duiksucces (uitgedrukt als percentage succesvolle duiken), vissucces (het aantal prooien per uur) en foerageersucces (het aantal grammen prooi per uur) bepaald.

2.3. STERNS EN SCHEPEN

Achter de veerboten tussen Vlissingen en Breskens zijn vaak grote aantallen sterns waar te nemen. Om een idee te krijgen van het belang van veerboten voor sterns, is in elke periode (mei, juni, juli) het aantal foeragerende sterns achter de veerboten varend tussen Breskens en Vlissingen bepaald. De waarnemingen zijn met een verrekijker (10 x 25) verricht vanaf het achterdek van de schepen. Tijdens elke overtocht zijn per kilometerhok de maximale aantallen foeragerende sterns geteld. Tegelijkertijd zijn achter de veerboot foerageerprotocollen gemaakt (§2.2).

Het aantal foeragerende sterns achter andere schepen is ook nader onderzocht. Hierbij is onderscheid gemaakt in scheepstype. Tevens zijn het tijdstip (t.o.v. HW) en de vaarrichting genoteerd. De waarnemingen van sterns achter schepen zijn zowel tijdens de vaartochten als tijdens de foerageerprotocollen vanaf het vasteland verricht.

2.4. WEERSOMSTANDIGHEDEN

Tijdens het veldwerk in de weken 20, 24 en 28 was de weersgesteldheid wisselvallig. In mei was het prima weer, behalve op één dag toen het regenachtig was en hard waaide (zuidwest 5-7 Beaufort). In juni waren er, vooral 's ochtends, de hele week (miezerige en stevige) regenbuien. De meeste middagen was er veel wind (west 4-6 Beaufort). Hierdoor werd het varen en het tellen op de boot bemoeilijkt, en konden een aantal kilometerhokken in juni niet worden geteld (bijlage 2). De regen bemoeilijkte het maken van foerageerprotocollen, vanwege het beperkte zicht in een bui en het nat en wazig worden van de lenzen van kijker en telescoop. In juli was het prima weer met weinig wind, behoudens af en toe een regenbui.

2.5. GIS-VERWERKING

Voor de GIS-verwerking is gebruik gemaakt van Arcview 3.2. Voor vergelijking met 1995 (Arts & Meininger 1995) zijn de maximale aantallen foeragerende sterns in dezelfde kilometerhokken uitgezet. Met behulp van draaitabellen in Excel zijn de gegevens toegankelijk gemaakt voor de analyses. De databases zijn in GIS gekoppeld aan de kilometerhokken, die gebaseerd zijn op het Amersfoortse coördinatenstelsel. De variabelen doorzicht, diepte en stroomsnelheid van het water en de afstand van de kolonie zijn vervolgens getoetst per kilometerhok in SPSS/PC 9.0.

2.6. STATISTISCHE METHODEN

Voor de statistische toetsing van de gegevens is er gebruik gemaakt van SPSS/PC 9.0 met een overschrijdingskans (P-waarde) van 0,05 voor alle toetsen. De exponentiële vergelijking voor de visgegevens (lengte-gewichtrelatie) is verkregen met de 'curve-fit'-functie, waarbij gestreefd is naar een determinatiecoëfficiënt R^2 van 0,94. De sternprotocollen zijn tweezijdig getoetst met de Student's t-test.

Om de relatie tussen het aantal foeragerende sterns (per kilometerhok) en een aantal abiotische parameters te toetsen, zijn deze gegevens in een ***model*** getoetst met behulp van de GLM-procedure (univariate ANOVA). In dit model zijn verschillende factoren ingebracht zoals de afstand tot de kolonie, stroming, diepte, getij en doorzicht. Door de vorm en de functie van het onderzoeksgebied lopen de diepte- en stromingswaarden erg

uiteen per kilometerhok. Voor de toetsing en de totstandkoming van de modellen zijn de waarden omgezet naar het kilometerhokkenbestand, zodat het aantal foeragerende sterns gerelateerd kon worden aan zowel de minimum, de maximum als de gemiddelde diepte- en stromingswaarden. Het model is gebruikt om te achterhalen welke factoren of combinatie van factoren de gevonden verspreiding het beste verklaren. Voor de toetsing van het model zijn de factoren per kilometerhok omgerekend.

Visdief

Vanuit de overwinteringsgebieden in West-Afrika komen Visdieven *Sterna hirundo* eind april terug in hun broedgebieden. De Visdief broedt in kleine en grote kolonies, bij voorkeur op de grond op zandplaten, hoge delen van schorren, opgespoten terreinen, kiezeloevers, zandduinen, strandweiden of kustmoerassen. In de Westerschelde start de eileg na half mei. Het grootste deel van de vogels begint vóór 1 juni met broeden (Rossaert *et al.* 1993). De gemiddelde legselgrootte varieert van twee tot drie eieren (Stienen & Brenninkmeijer 1992). De broedduur is 20-26 dagen, meestal 23 dagen. Nadat de kuikens uit het ei zijn gekropen, duurt het 23-27 dagen voordat ze uitvliegen. Aansluitend worden de jongen nog minstens zes weken begeleid en gevoerd door de ouders (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982, Cramp 1985).

Voedselsamenstelling

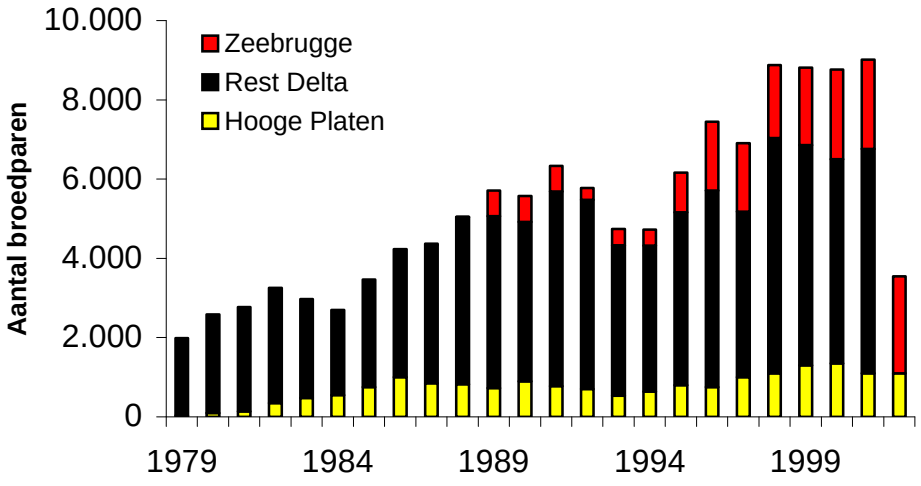
In de Nederlandse kustwateren bestaat het voedsel van de Visdief vooral uit kleine vissen, bij voorkeur Haring, Sprot, Zandspiering en Smelt. Wanneer deze niet in voldoende mate aanwezig zijn, wordt overgeschakeld op andere prooien zoals kleine platvissen, zeenaalden, grondels, kreeftachtigen (zoals krabben, garnalen, zeepissebedden en vlokreeften), wormen (zoals zeeduizendpoot en wadpier), alsmede slakken, inktvissen, mossels en stekelhuidigen (Dunn 1972, Glutz von Blotzheim & Bauer 1982, Cramp 1985, Stienen & Brenninkmeijer 1998b). De Visdief zoekt meestal biddend naar prooien, maar foerageert ook vanaf bruggen, pieren, scheepswrakken en schepen. Foerageren gebeurt solitair of in groepen boven scholen vis. In sommige gevallen heeft een paartje een eigen voedselterritorium (Boecker 1967, Cramp 1985, Safina & Burger 1988). De Visdief vist meestal op minder dan 3 km van de kolonie, maar afstanden tot 13 km komen ook voor (Boecker 1967, Cramp 1985, Fasola & Bogliani 1990, Stienen & Brenninkmeijer 1992).

Roepende Visdief (foto J. Schobben, Hoofddorp).

Populatieverloop

De Visdieven van Zeebrugge worden, net als de andere sterns, bij de totale Deltapopulatie gerekend. Tussen 1955 en 1965 nam het aantal broedparen in het Deltagebied ten gevolge van vergiftiging met gechloreerde koolwaterstoffen af van meer dan 25.000 tot slechts 1.000 paren (Beijersbergen & Meininger 1980). Sindsdien is de populatie zowel landelijk als in de Delta weer gegroeid. In 1985-1991 broedden er in heel Nederland 10.000–14.000 paren, waarvan 4.000–5.000 in het Deltagebied en 1200–1600 paren in de Westerschelde (Stienen & Brenninkmeijer 1992, Meininger *et al*. 1995). Hiermee is de Delta één van de weinige gebieden in Nederland waar de populatie weer enigszins het niveau heeft bereikt van de situatie rond 1950 (Stienen & Brenninkmeijer 1992). De afgelopen jaren hebben ca. 1000 paren gebroed op de Hooge Platen (Meininger & Strucker 2002). Sinds 1988 bevindt zich ook een kolonie Visdieven bij Zeebrugge. Deze is de laatste jaren uitgegroeid van 1000 paren in 1995 tot 2446 paren in 2002 (pers. med. E. Stienen, IN Brussel). In het recente verleden hebben ook kleine aantallen in het Sloegebied bij Borssele gebroed (25 paren in 1995), maar in 2002 broedden alle Visdieven (ongeveer 1100 broedparen) binnen het onderzoeksgebied op de Hooge Platen (pers. med. R. Beijersbergen). Dit is evenveel als in 2001 (Meininger & Strucker 2002).

De aantallen in het Deltagebied zijn niet gedaald na de vestiging van de kolonie in België. Het aantal broedparen op de Hooge Platen en in de rest van de Delta is na het begin van de baggerwerkzaamheden in 1997 ongeveer gelijk gebleven.



Ontwikkeling van het aantal broedparen van de Visdief in het Deltagebied (Meininger & Strucker 2002, pers. med. P. Meininger & E. Stienen). De Visdiefaantallen in de rest van de Delta in 2002 waren bij het verschijnen van dit rapport nog niet bekend.

3. RESULTATEN

3.1. VERSPREIDING STERNS EN ABIOTISCHE FACTOREN

Abiotische factoren

Abiotische factoren, zoals stroming, diepte, doorzicht, getij en locatie, kunnen van invloed zijn op de verspreiding van de sterns en hun prooivissen. De relaties tussen de verspreiding van foeragerende sterns en abiotische factoren zijn in deze paragraaf statistisch getoetst. De verspreiding van de drie sternensoorten in mei, juni en juli is opgenomen in bijlage 2. In de bespreking wordt onderscheid gemaakt tussen het verspreidingsgebied van de sterns en de concentraties daarbinnen.

Dwergstern

Gebied: Het verspreidingsgebied van de Dwergstern bevindt zich binnen een straal van ca. 7 km rond de kolonie, waarbij de hoogste concentraties zijn waargenomen binnen een straal van 3 km vanaf de kolonie (bijlage 2). De langgerekte vorm van het foerageergebied is mogelijk te verklaren uit het feit dat het vasteland een fysische barrière vormt in zuidelijke richting, en de Hooge Platen in noordelijke richting: ongeveer drie uur rond hoogwater staat er een klein laagje water boven het grootste deel van de Hooge Platen (maar boven dit laagje water foerageren nauwelijks sterns); voor en na hoogwater liggen de Hooge Platen droog.

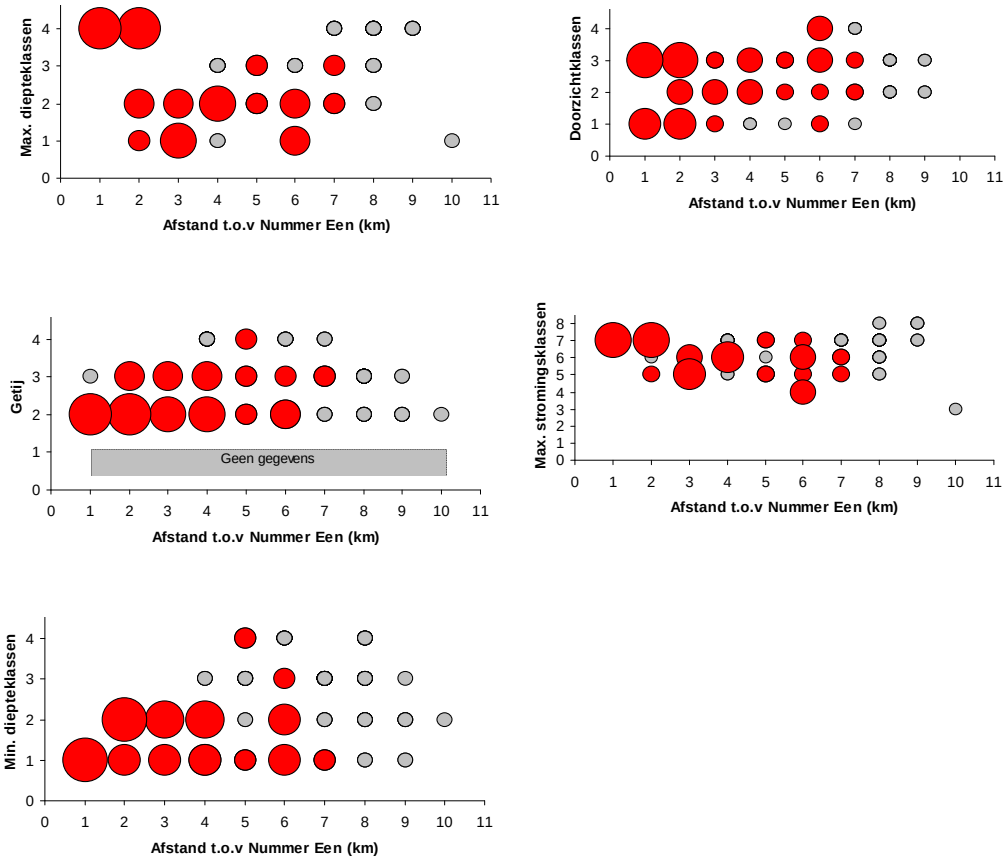
Tijdens de veldwerkzaamheden is veelvuldig waargenomen dat Dwergsterns territoriaal gedrag vertoonden door hun foerageervlucht te onderbreken en een naburige Dwergstern luid roepend weg te jagen, om vervolgens weer terug te keren naar de oorspronkelijke foerageerplek en het duiken naar vissen voort te zetten. De weggejaagde sterns gingen verderop foerageren (ten oosten of ten westen van de oorspronkelijke plek, maar haast nooit ten noorden ervan). Mogelijk is dit territoriale gedrag van de Dwergstern een meespelende factor bij deze langgerekte vorm.

Periode: In de eileg/broedfase en de jonge-kuikenfase (mei en juni) zijn de aantallen en de verspreiding nagenoeg gelijk (bijlage 2). Rond het uitvliegen van de kuikens (juli) is het patroon opvallend veranderd. In juli waren (nagenoeg) alle Dwergsterns uit de kolonie vertrokken. Waarschijnlijk hebben de meeste oudersterns, na het verlies van eieren en/of kuikens, het onderzoeksgebied verlaten. De foeragerende sterns die hun prooi niet meteen opaten, vlogen in juli allemaal met hun prooi richting Hooge Platen. Daar bevonden zich mogelijk de weinige, uitgevlogen jonge Dwergsterns. De prooien kunnen ook door Dwergsterns zijn gebruikt voor late ‘courtship feeding’.

Abiotiek & Model: De mogelijke relatie tussen de verspreiding en de abiotiek is in verschillende modellen getoetst. Zoals in hoofdstuk 2 is uitgelegd, is daarbij gestreefd naar een zo hoog mogelijke determinatiecoëfficiënt R^2 (bijlage 3). Er zijn zes modellen getoetst. Voor alle modellen had de toevoeging van nieuwe parameters aan het nulmodel een significant effect op de verklaarde variantie. Alle modellen vertonen echter een vrij lage R^2 en hebben dus een lage voorspellende waarde. Model 6 verklaart (met een R^2 van 0,227) bijna 23% van de variantie.

De parameter ‘afstand tot de kolonie’ is in elk model significant. De Dwergsterns zijn niet verder dan 7 km van de kolonie waargenomen. Ook heeft de toevoeging van de parameters ‘maximum diepte’ en ‘getij’ in elk model een significant effect. De parameter ‘minimum diepte’ is in model 2 wel, maar in model 6 niet significant. De parameters

‘doorzicht’ en ‘maximum stroming’ daarentegen lijken van weinig belang voor de Dwergstern op dit schaalniveau, want die zijn in geen van de modellen significant.
Om een beter beeld te krijgen van de invloed van de verschillende parameters op het aantal foeragerende Dwergsterns, zijn deze in figuur 5 tegen elkaar uitgezet. Omdat de afstand ten opzichte van de kolonie (Nummer Een) steeds significant was, is deze elke keer op de x-as uitgezet. De overige parameters zijn één voor één op de y-as uitgezet.



Figuur 5.
Relatie tussen het maximale aantal Dwergsterns per km^2 en de afstand t.o.v. de kolonie en de factoren minimum diepte (diepteklassen), maximum diepte, maximum stroming, doorzicht en het getij.

Getij De meeste foeragerende Dwergsterns zijn – vooral dichtbij de kolonie – tijdens opkomend water waargenomen en kleinere aantallen tijdens hoogwater (figuur 5). Tijdens afgaand water zijn nauwelijks foeragerende sterns geteld. Dit is voor het grootste deel het gevolg van de manier van waarnemen: doordat elke periode dezelfde vaar- en telroute is gevolgd (om de verschillende periodes goed met elkaar te kunnen vergelijken), is steeds met opkomend water in de hokken vlakbij de kolonie geteld. Deze hokken hadden steeds de hoogste dichtheid aan foeragerende sterns. Om achter de precieze invloed van het getij op het aantal foeragerende sterns te komen, moeten dezelfde kilometerhokken geteld worden bij zowel opkomend, hoog, afgaand als laag water.

Doorzicht Het doorzicht heeft, zoals de modellen al aangeven, geen groot effect op de aantallen foeragerende sterns: zowel bij troebel water (doorzicht < 50 cm) als bij helderder water (doorzicht 51-90 cm en 91- 179 cm) zijn veel foeragerende Dwergsterns waargenomen, maar zelden in het ver van de kolonie gelegen heldere water (doorzicht > 179 cm) (figuur 5). Dit heeft zowel te maken met het feit dat het doorzicht voornamelijk in diep water (de geul) is gemeten, maar ook dat het doorzicht aan de rand van het water vaak veel troebeler is dan midden in de geul. Het was echter niet mogelijk om in het tijdsbestek van het veldonderzoek op alle plaatsen waar sterns wel en niet foerageerden het doorzicht te bepalen. Tijdens het maken van foerageerprotocollen is wel preciezer gemeten wat het doorzicht was in het viswater van de Dwergsterns (zie §3.2).

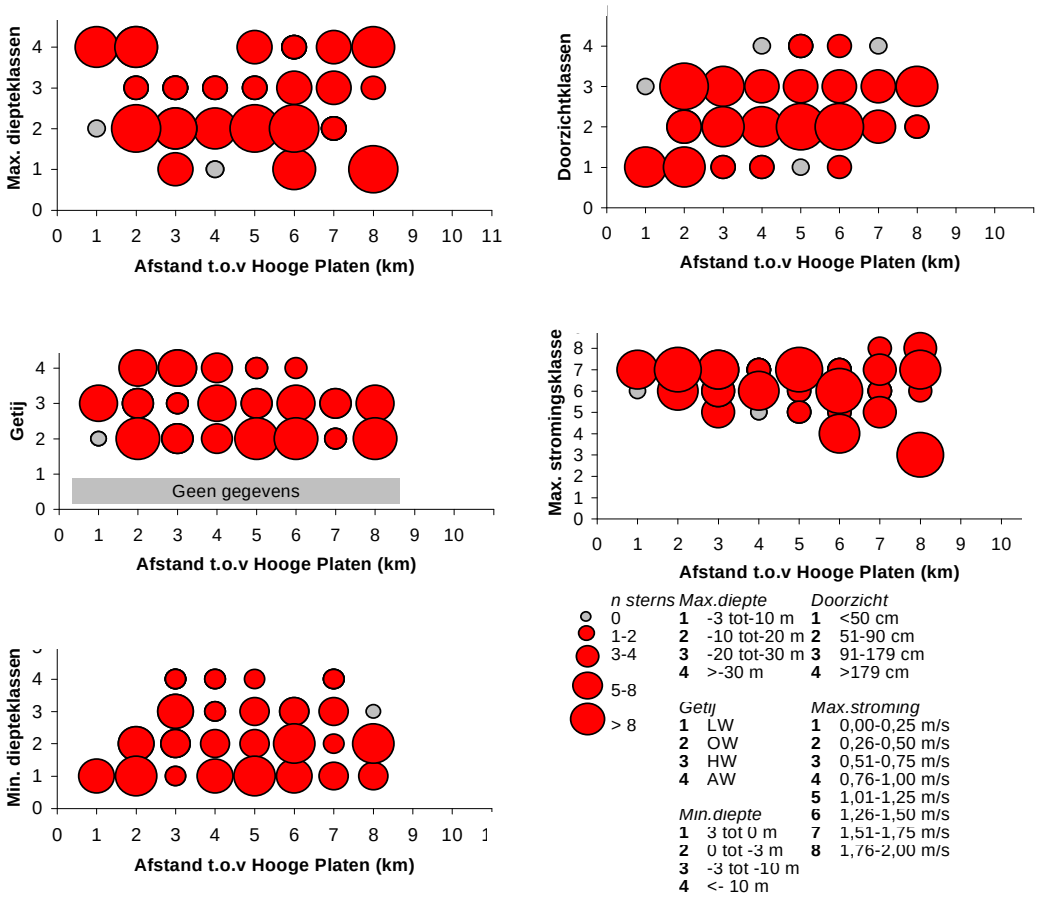
De maximum stroming heeft eveneens geen groot effect op het aantal foeragerende Dwergsterns (zie zowel modellen als figuur 5). De maximale stroming waarbinnen foeragerende sterns zijn waargenomen, varieert van 0,75 m/s tot 1,75 m/s. De maximale stroming is het sterkst in de kilometerhokken vlakbij de kolonie en neemt samen met het aantal foeragerende sterns geleidelijk af naarmate de afstand tot de kolonie groter wordt.

De Dwergsterns foerageerden het meest in de hokken met het *diepste* water vlakbij de kolonie (figuur 5, bijlage 3). Deze relatie met de maximum diepte zegt echter niet zoveel. De hokken waarin de meeste Dwergsterns foerageren, bevatten namelijk zowel diepe wateren (de geul, > 30 meter onder NAP) als ondiepe wateren (de zandplaten en de ondiepe kustlijn, van 3 tot 0 m boven NAP en van 0 tot –3 m onder NAP, figuur 5). Uit de analyse van de minimum diepte blijkt dat Dwergsterns bijna uitsluitend foerageren in de hokken met *ondiep* water vlakbij de kolonie (figuur 5, bijlage 3).

Visdief

Gebied: Visdieven foerageerden in het gehele onderzoeksgebied (bijlage 2). De hoogste concentraties van foeragerende Visdieven bevonden zich tussen Breskens en Vlissingen, achter de veerboten. Het fenomeen dat veerboten Visdieven faciliteren vergt extra aandacht en wordt dan ook apart besproken in §3.3. Afgezien van de concentratie rond de veerboot Breskens-Vlissingen, zijn er zes concentratiegebieden te onderscheiden, namelijk: Voorland Nummer Een, Spuigat, Plaskreek, Borssele, zuidoostelijk van de Schaar van Spijkerplaat en westelijk en noordelijk van de Hooge Platen (bijlage 2).
Periode: In de eileg/broedfase (mei) was het aantal foeragerende Visdieven nagenoeg gelijk in alle zes de concentratiegebieden (bijlage 2). In juli was het aantal Visdieven op alle zes locaties sterk afgenomen. Vanwege het slechte broedsucces (de meeste Visdiefkuikens waren half juli dood) was waarschijnlijk een deel van de Visdieven begin juli reeds uit het onderzoeksgebied vertrokken.

Abiotiek & Model: Bij de Visdief is, analoog aan de methode bij de Dwergstern, de mogelijke relatie tussen de verspreiding en de abiotiek getoetst met behulp van verschillende modellen. In geen enkel Visdievenmodel is echter een relatie gevonden tussen de verspreiding van de sterns en de (één voor één toegevoegde) abiotische factoren. Geen enkele abiotische factor had – op dit schaalniveau - een significant effect op het aantal foeragerende Visdieven. Ter vergelijking met de situatie bij de Dwergstern is in figuur 6 per abiotische parameter (die één voor één op de y-as zijn uitgezet) het aantal foeragerende Visdieven weergegeven per afstand ten opzichte van de kolonie (Hooge Platen, steeds op de x-as).



Figuur 6.
Relatie tussen het maximale aantal Visdieven per km^2 en de afstand t.o.v. de kolonie en de factoren minimum diepte (diepteklassen), maximum diepte, maximum stroming, doorzicht en getij.

Op het eerste gezicht lijkt er een relatie te bestaan tussen doorzicht, de afstand ten opzichte van de kolonie en het aantal foeragerende Visdieven (figuur 6): vlakbij de kolonie foerageren de Visdieven alleen in troebel water (< 50 cm doorzicht); wordt de afstand ten opzichte van de kolonie groter, dan neemt het aantal foeragerende Visdieven en het doorzicht toe. In het meest heldere water (> 179 cm doorzicht), dat zich op een redelijk grote afstand van de kolonie bevindt (4-8 km) foerageren slechts weinig Visdieven. Deze tendens is evenwel niet significant. Tijdens het maken van foerageerprotocollen is preciezer gemeten wat het doorzicht was in het viswater van de Visdieven (zie §3.2).

Het aantal foeragerende Visdieven per minimum en maximum diepteklasse en per getijfase is ten opzichte van de afstand tot de kolonie vrij homogeen verdeeld (figuur 6). De maximum stroming lijkt geen effect te hebben op het aantal foeragerende Visdieven (figuur 6). De maximum stroming in de hokken, waarbinnen foeragerende Visdieven zijn waargenomen, varieert van 0,50 m/s tot 1,75 m/s. De maximale stroming is het sterkst in de kilometerhokken vlakbij de kolonie. Naarmate de afstand tot de kolonie groter wordt, wordt de variatie in stromingssnelheid groter en gemiddeld lager, maar het aantal foeragerende Visdieven lijkt niet af te nemen. Waarschijnlijk zijn deze factoren niet van invloed op het aantal foeragerende Visdieven.

Grote stern

De verspreidingsgegevens van de Grote stern (bijlage 1) zijn niet geanalyseerd of gecorreleerd met de abiotische factoren, omdat het grootste deel van het foerageergebied van de Grote stern buitengaats ligt, ten westen van het bestudeerde onderzoeksgebied (Arts & Meininger 1995). In juni foerageerden opvallend veel Grote sterns dicht rond de kolonie op de Hooge Platen in de relatieve luwte van de harde zuidwester wind (ZW 5-6 Bft). Buitengaats was de wind zo hard (ZW 7-8 Bft) dat dit mogelijk een nadelig effect op het foerageersucces zou hebben gehad. Het vis- en foerageersucces van Grote sterns gaat bij harde wind- vanaf windsnelheden van 14 m/s of 7 Bft – omlaag (Taylor 1983, Stienen *et al*. 2000). Visdieven en Dwergsterns hebben al eerder last van hoge windsnelheden (Cramp 1985, Taylor 1983, Frank 1992).

Ecotopen

Globale waarnemingen, zowel vanaf de boot als vanaf het vasteland en de Hooge Platen, duidden erop dat de Dwergsterns voornamelijk foerageerden in een strook van ongeveer 250 meter langs de waterlijn van de Westerschelde. Deze strook omvat alle verschillende ecotopen van ‘geul’ (1) tot ‘schor’ (9) (figuur 4, bijlage 4). De Visdieven foerageerden eveneens veel in de kuststrook van de zuidelijke Westerschelde, maar ook (vrij opportunistisch) op veel andere plekken in de Westerschelde (zoals rond de west- en noordkant van de Hooge Platen, aan de zuidoostkant van de Spijkerplaat en midden in de vaargeulen achter schepen, zie §3.3).

Tijdens de foerageerprotocollen is globaal bijgehouden op welke plekken de drie sternensoorten foerageerden. Achteraf zijn in de verwerkingsfase de specifieke ecotoopgegevens aan deze foerageerplekken gekoppeld. Het was niet mogelijk om te achterhalen of een stern tijdens een protocol uitsluitend boven het ene ecotoop heeft gefoerageerd of ook boven het andere, naastgelegen ecotoop. Vooral het verschil tussen ‘geul’ (ecotoop 1) en ‘ondiep hoog dynamisch’ (2) was niet te achterhalen. Veel geprotocolleerde sterns vlogen tijdens het foerageren bovendien van het ene ecotoop naar het andere. In een aantal gevallen visten sterns tegelijk boven twee ecotopen: boven een ‘wervelingennaad’ of ‘stroomnaad’ (op zoek naar vis die door de stroming of wervelingen naar boven komt), boven een scherpe ‘grensnaad’ van troebel en helder water (op zoek naar vis die uit de troebele wolk per ongeluk in het heldere water terecht komt), of boven de rand van een geul (op zoek naar vis die vanuit de diepte omhoog de platen opzwemt). In al deze gevallen is de totale protocolleertijd van foeragerende stern verdeeld over beide ecotopen. Aldus is per sternensoort uitgerekend hoe lang ze boven de verschillende ecotopen hebben gefoerageerd (figuur 7).

Geprotocolleerde Dwergsterns foerageerden voornamelijk in de ecotopen ‘geul’ (1, de meest voorkomende ecotoop in de Westerschelde), ‘ondiep hoog dynamisch’ of ‘ohd’ (2) en ‘litoraal hoog dynamisch’ of ‘lhd’ (4), af en toe in ‘ondiep laag dynamisch’ of ‘old’ (3), ‘laagdynamisch slibrijk onder NAP’ of ‘rld-‘ (7) en ‘laagdynamisch slibrijk boven NAP’ of ‘rld+’ (8) en incidenteel in ‘laagdynamisch slibarm onder NAP’ of ‘ald-’ (5). In de ecotopen 6 (‘ald+’) en 9 (‘schor’) zijn geen foeragerende Dwergsterns geprotocolleerd.

Een smalle, langgerekte strook van het ondiepe ecotoop ‘laagdynamisch slibrijk boven NAP’ (8) bevindt zich langs de gehele zuidkust van de westelijke Westerschelde. Daarnaast bestaat het overgrote oostelijke deel van de Hooge Platen uit dit ecotoop (8), maar hierboven zijn zelden of nooit foeragerende Dwergsterns waargenomen. Een groot deel van de protocolleertijd lag ecotoop 8 (nagenoeg) droog en viel er weinig te vissen. Alleen rond hoogwater stond dit ecotoop (gedeeltelijk) onder water. Rond hoogwater werd er wel door Dwergsterns gefoerageerd in de spuikanalen bij Plaskreek en Spuigat. De spuikanalen bestaan beide uit laagdynamisch slibrijke ecotopen die gedeeltelijk boven

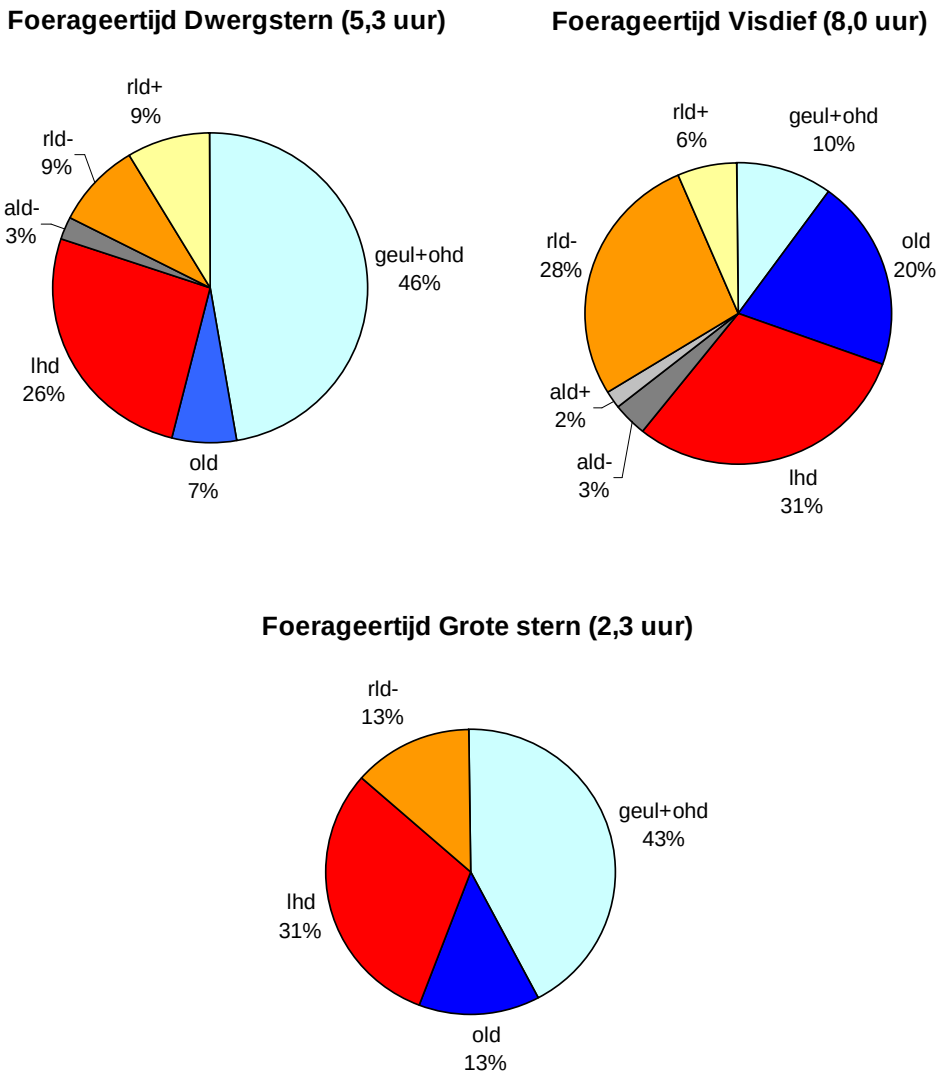
(8) en onder (7) NAP liggen. Voor en na hoogwater stonden deze kanalen doorgaans nagenoeg droog, en werd er niet of nauwelijks in gefoerageerd.
De ecotopen 5 (‘laagdynamisch slibarm onder NAP’ of ‘ald-’) en 6 (‘laagdynamisch slibarm boven NAP’ of ‘ald+’) komen langs de zuidoever van de westelijke Westerschelde alleen voor rond Hoofdplaat. Dwergsterns foerageerden niet of nauwelijks in dit laagdynamische slibarme gebied (ecotopen 5 ‘ald-’ en 6 ‘ald+’) direct ten westen en oosten van de protocolleerpost op het uiteinde van de strekdam bij Hoofdplaat. Rond de droogvallende zandrichel 250 meter ten noorden van de protocolleerpost is wel door Dwergsterns gefoerageerd, maar hier liggen naast ecotoop 5 (‘ald-’) ook de ecotopen 1 (‘geul’), 2 (‘ohd’) en 4 (‘lhd’). Het is niet duidelijk of de Dwergsterns rond deze richel foerageerden vanwege of ondanks ecotoop 5 (‘ald-’).

‘Schor’ (ecotoop 9) komt weinig voor in de westelijke Westerschelde. Rond de waarnemingsplaatsen ligt het alleen ten oosten van Hoofdplaat. Dwergsterns zijn niet foeragerend waargenomen boven schor, een ecotoop waar ook geen vis in te vangen is (vis bevindt zich hoogstens in de geulen die het schor doorsnijden, maar die behoren tot ecotoop 4 ‘lhd’).

De Visdieven vertoonden een andere ecotoopvoorkeur dan de Dwergsterns. De nabij de kust geprotocolleerde Visdieven foerageerden voornamelijk in ecotopen 3 (‘ondiep laag dynamisch’ of ‘old’), 7 (‘laagdynamisch slibrijk onder NAP’ of ‘rld-’) en 4 (‘litoraal hoog dynamisch’ of ‘lhd’). Daarnaast werd af en toe in de ecotopen 1 (‘geul’, de meest voorkomende ecotoop) en 2 (‘ondiep hoog dynamisch’ of ‘ohd’) gevist. De Visdieven die in de ‘geul’ achter de veerboot foerageerden zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. In de ecotopen 7 en 8 (‘laagdynamisch slibrijk onder en boven NAP’ ofwel ‘rld-‘ en ‘rld+’) in de afvoerkanalen bij Spuigat en Plaskreek en in de smalle, langgerekte strook ondiep water langs de zuidkust van de Westerschelde werd ook af en toe gefoerageerd. Bij Borssele werd niet alleen in ecotoop 4 (‘lhd’) maar ook in de ecotopen 5 en 6 (‘laagdynamisch slibarm onder en boven NAP’) gevist. De boven NAP gelegen ecotopen 6 (‘ald+’) en 8 (‘rld+’) stonden alleen rond hoogwater onder water en lagen de rest van de protocolleertijd (nagenoeg) droog.

Rond Hoofdplaat is door Visdieven niet of nauwelijks in de ecotopen 5 (‘ald-’) en 6 (‘ald+’) langs de kustlijn, maar wel in ecotoop 5 (‘ald-’) rond de droogvallende zandrichel ten noorden van de protocolleerpost gefoerageerd. De Visdieven gebruikten ecotoop 6 (‘ald+’) wel geregeld om te rusten of te baltsen, nadat dit ecotoop was drooggevallen (zowel bij Borssele als bij Hoofdplaat). Ecotoop 8 (‘rld+’) werd voor dezelfde doeleinden gebruikt. Bovendien zijn een paar Visdieven waargenomen die op het drooggevallen ecotoop 8 (‘rld+’) al lopende op kleine wadprooien (waarschijnlijk zeeduizendpoten, zagers e.d.) foerageerden. Vanwege de te grote afstand ten opzichte van de protocolleerpost zijn hier verder geen protocollen van gemaakt. Boven het ‘schor’ (ecotoop 9) ten oosten van Hoofdplaat zijn geen foeragerende Visdieven waargenomen.

Voor de volledigheid is ook de tijdsverdeling van foeragerende Grote sterns in de verschillende ecotopen weergegeven. Hierbij moet worden opgemerkt, dat Grote sterns voor het grootste deel buitengaats foerageerden, in ecotoop 1 (‘geul’). Buitengaats is echter niet geprotocolleerd. Vandaar dat de werkelijke tijdsbesteding van de Grote stern over de verschillende ecotopen anders zal liggen. Het is evenwel opvallend om te zien dat Grote sterns, naast open water (ecotopen 1 ‘geul’ en 2 ‘ohd’), veel in ‘litoraal hoog dynamisch’ ecotoop (4) foerageerden. Bij Spuigat zijn, zeker in juni en juli, regelmatig Grote sterns waargenomen, die in groepen samen met andere sternensoorten foerageerden boven deze ecotoop 4 (‘lhd’). Het vis- en foerageersucces per ecotoop per stern wordt in §3.2 besproken.



Figuur 7.
Tijd die de drie sternensoorten tijdens het protocolleren foeragerend hebben doorgebracht in de verschillende ecotopen. 'geul+ohd' = (1) Geul /diep water + (2) Ondiep hoog dynamisch; 'old' = (3) Ondiep laag dynamisch; 'lhd' = (4) Litoraal hoog dynamisch; 'ald-' = (5) Laagdynamisch slibarm, onder NAP; 'ald+' = (6) Laagdynamisch slibarm, boven NAP; 'rld-' = (7) Laagdynamisch slibrijk, onder NAP; 'rld+' = (8) Laagdynamisch slibrijk, boven NAP. In ecotoop (9) 'schor' zijn geen foeragerende sterns geprotocolleerd. De gegevens van de verschillende ecotopen zijn bij elkaar gevoegd wanneer de sterns tijdens een protocol in beide betreffende ecotopen hadden gefoerageerd. De verdeling is gebaseerd op 110 protocollen van Dwergsterns, 90 van Visdieven en 54 van Grote sterns.

3.2. FOERAGEERGEDRAG STERNS

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van de waarnemingen aan het foerageersucces van de sterns. Daarbij wordt achtereenvolgens ingegaan op: de prooikeuze van de sterns, het foerageergedrag van de sterns, en de relatie tussen het foerageersucces en het doorzicht van het water enerzijds en het getij anderzijds (dit zijn twee ogenschijnlijk belangrijke parameters in een intergetijdengebied als de Westerschelde).

Prooikeuze

In de 280 protocollen die tussen mei en juli van sterns gemaakt zijn, zijn in totaal 425 prooien gevangen. Het was in het veld bijzonder moeilijk om onderscheid te maken tussen gevangen vislarven en garnalen. Ook van zeer dichtbij, achter de vissersboot, vertoonden de door ons naar de sterns geworpen garnalen en bepaalde vislarven (zoals de Brakwatergrondel) een opvallende gelijkenis in de sternensnavel. Daarom is besloten om hiervan één categorie (garnaal/vislarve) te maken. De rondvis kon eveneens moeilijk tot op soortniveau worden gedetermineerd. In een aantal gevallen is wel onderscheid gemaakt tussen Haring/Sprot en Zandspiering/Smelt. Voor de leesbaarheid schrijven we in het vervolg Haring als Haring/Sprot, en Zandspiering als Zandspiering/Smelt bedoeld wordt. Wanneer het specifiek over één van de vier soorten gaat, dan zal dit apart vermeld worden.

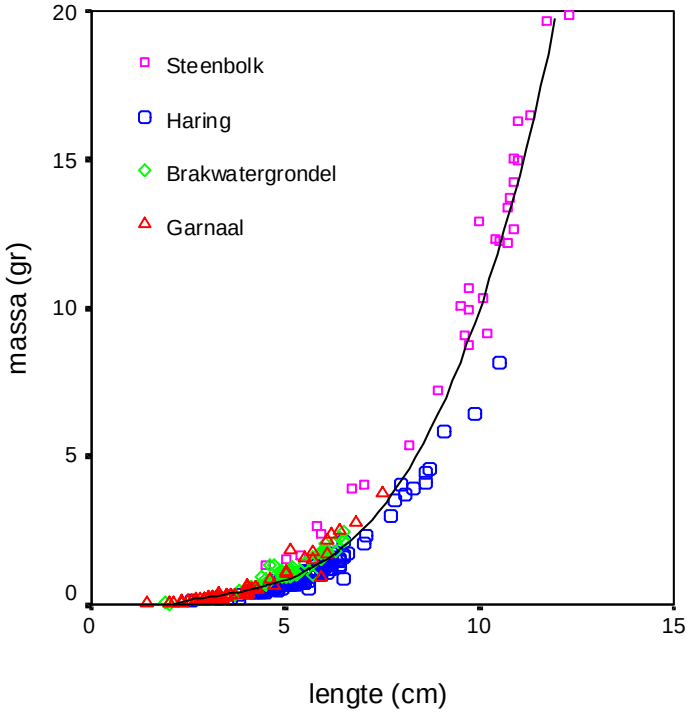
Dwergsterns vingen hoofdzakelijk rondvis (97% van de totale gevangen biomassa), maar de 3% garnaal/vislarve (in termen van biomassa) maakte wel 15% van het aantal gevangen prooien uit. Meestal was de gevangen rondvis niet op soortniveau thuis te brengen, maar op basis van de wel gedetermineerde soorten kan voorzichtig gesteld worden, dat de Dwergsterns in mei voornamelijk Zandspiering vingen, in juni zowel Zandspiering als Haring, en in juli voornamelijk Haring (bijlage 5).

De waargenomen voedselsamenstelling van de Visdief is afwijkend van die van de Grote stern en de Dwergstern. Visdieven hebben namelijk – vooral in mei – veelvuldig op garnaal/vislarven gefoerageerd. In totaal bestond ongeveer de helft van de gevangen prooien uit garnaal/vislarven. Omdat deze kleine prooien vrij licht zijn, maken ze slechts 20% van de totale gevangen biomassa uit. De andere helft bestond uit rondvis, waarvan Haring (alleen in juli gevangen) een tien maal zo zwaar aandeel in het dieet had als de Zandspiering (alleen in mei en juni gevangen).

Grote Sterns vingen voornamelijk rondvis (98%, bijlage 5). Ongeveer driekwart van de op soort gebrachte rondvis bestond uit Haring, de overige uit Zandspiering. Slechts éénmaal is waargenomen dat een vislarve (of garnaal) werd gevangen. Tweederde van de gevangen prooien bestond echter uit niet nader gespecificeerde rondvis.

Zoals uit het bovenstaande blijkt, kon de gevangen prooi meestal niet tot op soortniveau worden vastgesteld. Daarom is besloten om voor de omrekening van prooilengte naar prooimassa de gemeenschappelijke groeicurve van alle tijdens de vistochten gevangen prooien te gebruiken (figuur 8). Deze curve is gebaseerd op de in juni en juli gevangen rondvis en garnaal (de Fouw 2002). De massa neemt exponentieel toe met de lengte volgens de formule:

$$\text{Massa (g)} = 0{,}006078 * \text{Lengte}^{3{,}0916} \text{ (cm)}, \; r^2 = 0{,}95, \; N = 345$$



Figuur 8.
*Relatie tussen prooimassa (g) en totale lengte (cm) van de in juni en juli 2002 in de westelijke Westerschelde gevangen rondvis en garnaal. Massa (g) = 0,006078*Lengte^{3,0916} (cm), r^2 = 0,95, N = 345. Voor werkwijze en details zie de Fouw (2002).*

Foerageergedrag

Foeragerende sterns zijn in 29% (15:30 uur) van de totale waarneemtijd van 57:45 uur geprotocolleerd (tabel 1, bijlage 6). Voor alle drie sternensoorten zijn de duikfrequentie (76 tot 92 duiken per uur) en het duiksucces (27-31% succesvolle duiken) ongeveer gelijk (tabel 1). Het gemiddelde vissucces, d.w.z. het aantal gevangen prooien per stern per uur, is voor de drie sternensoorten ongeveer gelijk: 24 voor de Dwergstern, 28 voor de Visdief en 21 voor de Grote stern (tabel 1). De gemiddelde prooimassa voor Dwergstern en Visdief is ongeveer gelijk (respectievelijk 0,9 en 0,8 g), terwijl die van de Grote stern met 3,8 g veel groter is (tabel 1).

Het gemiddelde foerageersucces (het aantal grammen gevangen vis per stern per uur) is voor de Dwergstern 21 g, voor de Visdief 22 g, en voor de Grote stern 83 g. De mogelijke afwijkingen van de gemiddelden (de standaardfouten of se's) voor de drie sternensoorten variëren van 10-23% voor de gemiddelde vissuccessen en van 12-30% voor de gemiddelde foerageersuccessen, ondanks de redelijk grote steekproef (zeker voor Dwergstern en Visdief). Dit duidt op een grote variatie binnen de gebruikte gegevens. Deze variatie kan mogelijk verklaard worden door omgevingsfactoren, zoals verschillen in getijfase en doorzicht. Hieronder worden de mogelijke invloeden van de omgevingsfactoren verder toegelicht.

Tabel 1.
Duik-, vis- en foerageersucces van de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde, berekend over de gehele waarneemperiode van mei tot en met juli 2002. Zowel vis- en foerageersucces als de bijbehorende sd's zijn berekend door te corrigeren voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd). De bijbehorende se's zijn berekend volgens de formule $se=sd/\sqrt{n}$, waarbij N = aantal sternenprotocollen. Er is niet gecorrigeerd voor tijdstip van de dag, getij, doorzicht of plaats. Voor de berekening van de duikfrequentie, het duiksucces en de gemiddelde prooimassa (met bijbehorende sd) is niet gecorrigeerd voor tijdsduur.

Gehele periode	Dwergstern	Visdief	Grote stern
N sternenprotocollen	110	116	54
Totale protocol tijd in uren (sec)	5:16:55 (19015)	9:00:35 (32435)	2:15:20 (8120)
Duikfrequentie (aantal duiken/uur)	76	92	77
Duiksucces (%succesvolle duiken)	31%	31%	27%
N gevangen prooien	125	253	47
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	23,7±26,3/2,5	28,1±29,6/2,8	20,8±35,3/4,8
Totale prooimassa (g)	110,9	197,6	180,4
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	0,9±1,2	0,8±0,8	3,8±2,1
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	21,0±65,4/6,2	21,9±28,1/2,6	80,0±155,6/21,2

Abiotische factoren

In juni en juli (niet in mei) is op drie verschillende locaties (Spuigat, Voorland Nummer Een en Hoofdplaat) onder andere per kano het doorzicht gemeten in de wateren waarin protocollen van foeragerende sterns zijn gemaakt. Rond de overige locaties (veerboot, Hooge Platen, Borssele en Plaskreek) waar foerageerprotocollen gemaakt zijn, is om logistieke redenen geen doorzicht gemeten. Het gemeten doorzicht op de drie eerstgenoemde locaties was gemiddeld 117 cm, met een grote variatie van 40 cm tot 200 cm (tabel 2). Het water rond Spuigat was met een gemiddeld doorzicht van 84 cm significant troebeler dan rond Voorland Nummer Een (153 cm; Student's t-test: $t_{195}=10{,}521$, $P < 0{,}001$). Rond Hoofdplaat is slechts tweemaal het doorzicht gemeten. Het water rond Hoofdplaat, met een 'gemiddeld' doorzicht van 90 cm, is ongeveer even helder als rond Spuigat, en troebeler dan rond Voorland Nummer Een. Vanwege de geringe steekproefgrootte is het gemiddelde van Hoofdplaat niet getoetst tegenover de gemiddelden van de andere twee locaties.

Tabel 2.
Doorzicht op drie plaatsen in de westelijke Westerschelde, gemeten rond de gedragswaarnemingen van foeragerende sterns in twee weken in juni en juli 2002. De gegevens van Hoofdplaat staan tussen haakjes, omdat hier voor een toetsing te weinig waarnemingen zijn verricht.

	Spuigat	Nummer Een	(Hoofdplaat)	Totaal
N doorzichtmetingen	102	95	(2)	199
Gemiddelde doorzicht (cm)	83,7	153,1	(90)	116,9
sd (cm)	53,6	36,8	(-)	57,6
Minimale doorzicht (cm)	40	90	(90)	40
Maximale doorzicht (cm)	200	190	(90)	200

Het is opvallend dat de maximale helderheid van het water rond Spuigat en Voorland Nummer Een vergelijkbaar is, maar dat het water rond het Spuigat veel troebeler kan zijn dan rond Voorland Nummer Een. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ligging van beide locaties. De vaargeul met snelstromend, diep en helder water stroomt zowel langs Spuigat als langs het ongeveer één km verder oostwaarts gelegen Voorland Nummer Een. Bij Spuigat bevindt zich in het uitwateringskanaal en tussen de twee 'strekdammen' ook een troebeler, ondiep en langzaam stromend gedeelte. Er is voornamelijk in deze troebele wateren gefoerageerd en gemeten, vooral tussen de strekdammen. Hier visten in juli vaak tientallen sterns - alle drie de soorten - tegelijk.

Tabel 3.
Doorzicht bij de verschillende getijfasen (LW = laag water, OW = opkomend water, HW = hoog water, AW = afgaand water) in de westelijke Westerschelde, gemeten rond de gedragswaarnemingen van foeragerende sterns in twee weken in resp. juni en juli 2002. De gegevens van HW staan tussen haakjes, omdat hier slechts één meting is verricht, wat voor een toetsing te weinig is.

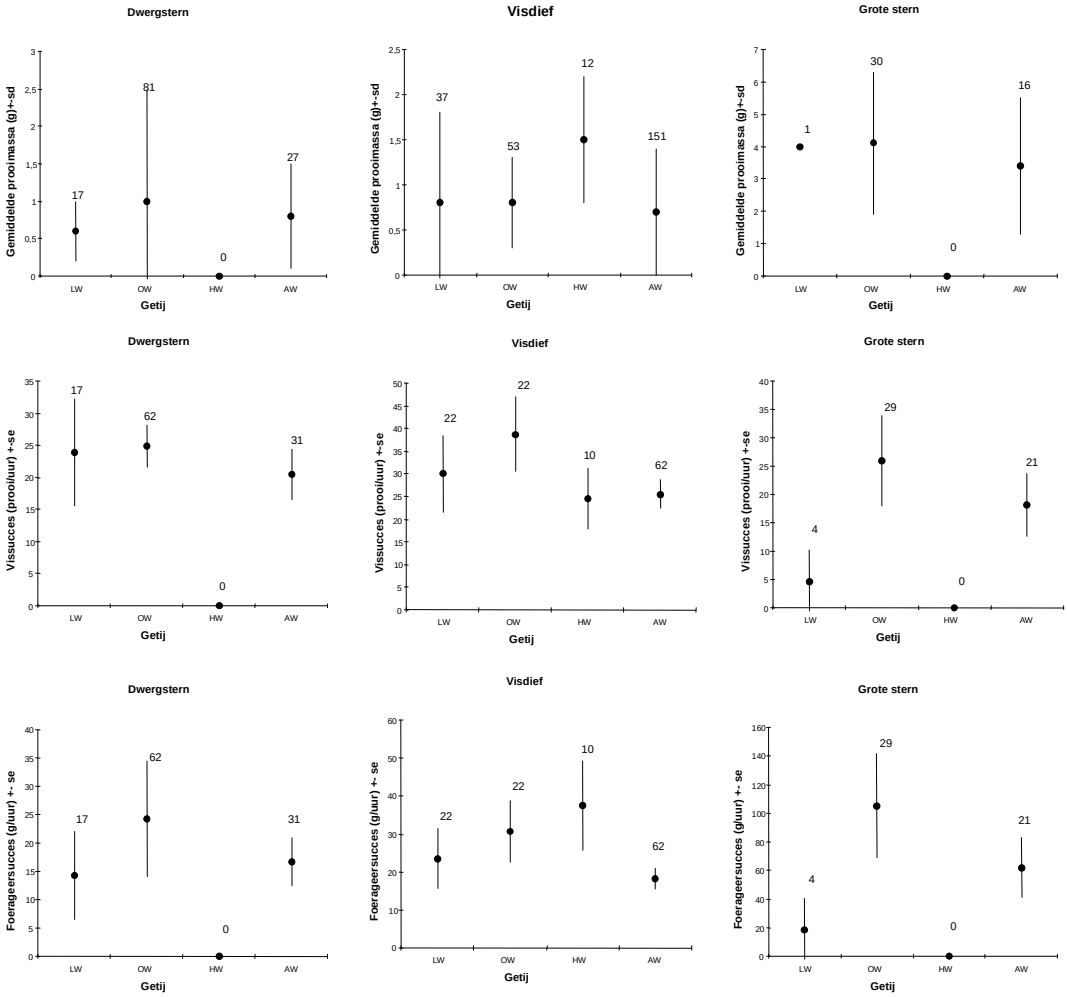
	LW	OW	(HW)	AW
N doorzichtmetingen	25	91	(1)	82
Gemiddelde doorzicht (cm)	184,8	142,5	(50,0)	68,6
sd (cm)	5,9	42,9	(-)	38,4
Minimale doorzicht (cm)	180	40	(50)	40
Maximale doorzicht (cm)	200	190	(50)	180

Het doorzicht lijkt afhankelijk van het tijdstip van de dag (ANOVA: $F_{4,194}$= 20,338, P = 0,001), maar dat komt omdat er alleen doorzicht is gemeten tijdens weken met springtij, waarin het steeds op ongeveer hetzelfde tijdstip hoogwater is. Wanneer tijdstip van de dag en getij tegelijk worden getoetst tegen doorzicht, dan blijkt dat er geen relatie is tussen doorzicht en tijdstip van de dag (univariate ANOVA: $F_{1,196}$= 1,828, P = 0,178), maar wel tussen doorzicht en getij (univariate ANOVA: $F_{1,196}$= 149,629, P < 0,001). Het is opvallend dat, bij de (beperkte) metingen die gedaan zijn bij dit onderzoek, het water bij laag en opkomend water het meest helder is en bij afgaand water het meest troebel; bij hoogwater is slechts één meting verricht (tabel 3). Dit is in tegenstelling tot het algemene patroon dat water bij afgaand tij steeds helderder wordt en bij opkomend tij door het opwervelen van bodemmateriaal steeds troebeler (o.a. Klein & van Buuren 1992).

Getij en foerageergedrag

Tijdens hoog water zijn weinig foerageerprotocollen gemaakt, omdat er rond de meeste hoogwaterperioden verspreidingsgegevens van de sterns per boot zijn verzameld (§3.1).

Alleen in juli is er rond hoogwater geprotocolleerd, maar toen werden er voornamelijk foeragerende Visdieven waargenomen. Dwergsterns en Grote sterns zijn toen niet rond hoogwater geprotocolleerd. De meeste ouders waren in de tweede week van juli reeds 'uitgebroed', omdat bijna alle kuikens toen waren uitgevlogen of gestorven. Bovendien zijn tijdens de waarneemperiodes niet alleen protocollen gemaakt, maar ook regelmatig sternentellingen en doorzichtmetingen uitgevoerd. Desalniettemin geeft figuur 9 een indicatie van de variatie in vis- en foerageersucces bij de verschillende getijfasen.



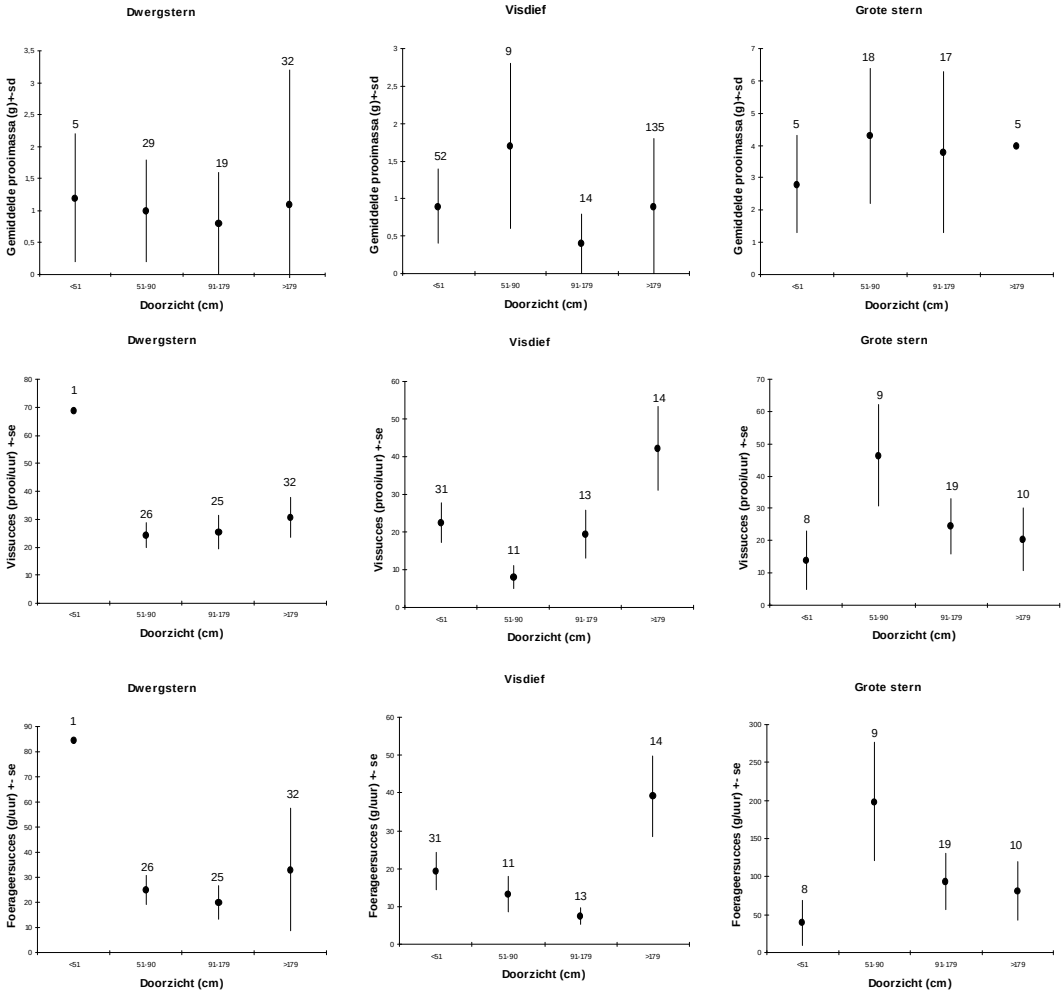
Figuur 9.
Vis- en foerageersucces van de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde in drie weken in resp. mei, juni en juli 2002, berekend per getijfase (LW = laag water, OW = opkomend water, HW = hoog water, AW = afgaand water). Vis- en foerageersucces en bijbehorende sd's zijn gecorrigeerd voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd). Bij de gemiddelde prooimassa is N = het aantal prooien; bij het vis- en foerageersucces is N = aantal sternenprotocollen (zie bijlage 7 voor statistiek).

Bij de Dwergstern zijn geen significante verschillen geconstateerd in het foerageer- of het vissucces van de Dwergstern tussen de getijfasen (figuur 9, Student's t-test; statistische details staan in bijlage 7). Het foerageersucces van de Visdief bij afgaand water is significant (ongeveer twee maal) lager dan bij hoogwater. De Grote stern ving bij laag water veel minder dan bij opkomend en afgaand water, maar dit verschil is door de te kleine steekproef niet significant.

Doorzicht en foerageergedrag

Er is op basis van de verzamelde gegevens geen duidelijke trend waargenomen tussen doorzicht en het foerageer- en vissucces van de drie sternensoorten (figuur 10). In de meeste gevallen verschilt het foerageer- of vissucces niet significant tussen de verschillende doorzichtcategorieën (bijlage 7). De Dwergstern heeft een hoger vis- en foerageersucces in 'troebel' water (doorzicht < 50 cm), vergeleken met 'minder troebel'

water (> 50 cm; Student's t-test: vissucces: t_{82}=12,307, P < 0,001; foerageersucces: $_2$=9,030, P < 0,001). Maar omdat de hoge opname in 'troebel' water gebaseerd is op slechts één individu, is dit verschil niet verantwoord te toetsen. Het vissucces en het foerageersucces van de Visdief in 'helder' water (≥ 180 cm) zijn beide significant hoger dan in 'minder helder' water (< 180 cm; Student's t-test: vissucces: t_{67}=2,766, P < 0,01; foerageersucces: t_{67}=2,914, P < 0,01). Voor de Grote stern is het vis- en foerageersucces in 'troebel' water (< 50 cm) lager dan in 'minder troebel' water (> 50 cm), maar deze verschillen zijn niet significant (Student's t-test: vissucces: t_{44}=1,074, P > 0,10; foerageersucces: t_{44}=1,936, P > 0,05).



Figuur 10.
Vis- en foerageersucces van de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde tussen mei en juli 2002, berekend per doorzichtklasse (in cm). Vissucces en foerageersucces en bijbehorende sd's zijn gecorrigeerd voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd). Bij de gemiddelde prooimassa is N = het aantal prooien; bij het vis- en foerageersucces is N = aantal sternenprotocollen (zie bijlage 7 voor statistiek).

Ecotopen en foerageergedrag

In de uitwerkfase is elk foerageerprotocol gekoppeld aan de verschillende ecotopen waarin de geprotocolleerde sterns gefoerageerd hebben (zie verder §3.1). Het foerageer- en vissucces per ecotoop is per sternensoort uitgezet in tabel 4. Voor de Dwergstern en de Grote stern verschilt het foerageer- en vissucces niet significant per ecotoop (Student's t-toets, n.s., bijlage 7). De Visdief heeft een significant hoger vissucces in ecotoop 8 (laagdynamisch slibrijk boven NAP) dan in de overige ecotopen (Student's t-toets, zie bijlage 7). Het foerageersucces in de ecotopen 1 (geul/ diep water) en 2 (ondiep hoog dynamisch) is significant lager dan in de laagdynamische ecotopen 5, 6, 7 en 8.

De sterns foerageerden meestal in meerdere ecotopen tegelijk, waarbij het succes van de afzonderlijke ecotopen niet is gescoord. De verschillen in succes tussen de ecotopen hadden mogelijk groter kunnen zijn indien de ecotopen gedetailleerder zouden zijn gekarteerd tijdens het protocolleren.

Tabel 4.

Vissucces (in aantal prooien per uur, met sd) en foerageersucces (in aantal grammen per uur, met sd) van de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde in 2002, berekend per ecotoop (1 t/m 8). N = het aantal sternenprotocollen waarmee de successen zijn berekend. Tijd = de totale protocoltijd in uren (tussen haakjes in seconden). Vis- en foerageersucces en bijbehorende sd's zijn gecorrigeerd voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd).

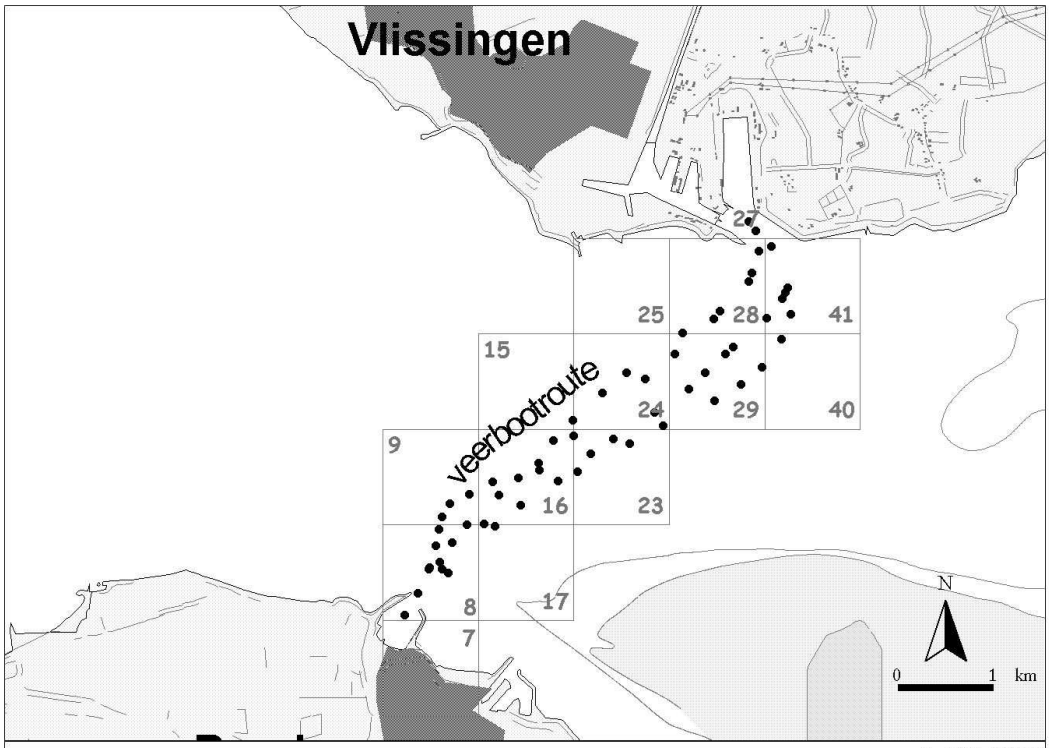
Ecotoop	N	Tijd	Vissucces	Foerageersucces
Dwergstern				
(1+2) Geul+ Ondiep hoog dynamisch[1]	71	2:50:18 (10218)	24,7±30,1	24,9±86,5
(3) Ondiep laag dynamisch	16	0:48:14 (2894)	26,1±25,5	20,8±30,5
(4) Litoraal hoog dynamisch	91	3:24:15 (12255)	26,7±30,7	26,2±80,5
(5) Laagdynamisch slibarm onder NAP	3	0:18:15 (1095)	19,7±8,4	14,6±7,0
(7+8) Laagdynamisch slibrijk onder en boven NAP[1]	26	1:02:45 (3765)	24,9±23,2	18,9±25,7
Visdief				
(1+2) Geul+ Ondiep hoog dynamisch[1]	14	0:54:38 (3278)	17,6±20,5	9,2±6,8
(3) Ondiep laag dynamisch	53	3:38:49 (13129)	20,8±28,3	21,1±31,3
(4) Litoraal hoog dynamisch	76	5:20:25 (19225)	22,7±29,5	20,8±27,7
(5) Laagdynamisch slibarm onder NAP	8	0:36:55 (2215)	17,9±18,9	25,4±19,9
(6) Laagdynamisch slibarm boven NAP	7	0 :23:10 (1390)	25,9±19,9	33,3±21,5
(7) Laagdynamisch slibrijk onder NAP	56	4:49:37 (17617)	30,2±31,3	21,9±24,3
(8) Laagdynamisch slibrijk boven NAP	5	1:11:28 (4288)	59,6±24,9	25,0±11,4
Grote stern				
(1+2) Geul+ Ondiep hoog dynamisch[1]	33	1:15:30 (4530)	19,9±33,2	78,7±161,8
(3+7) Ondiep laag dynamisch+ L.d. slibrijk onder NAP[1]	18	0:48:20 (2900)	27,3±40,2	101,1±157,9
(4) Litoraal hoog dynamisch	50	1:48:40 (6520)	25,4±38,0	97,4±169,1

[1]De gegevens van de verschillende ecotopen zijn bij elkaar gevoegd wanneer de sterns tijdens een protocol in beide betreffende ecotopen hadden gefoerageerd.

3.3. STERNS EN SCHEPEN

Veerboot

De vaarroute van de veerdienst tussen Vlissingen en Breskens is niet elke overtocht gelijk. De precieze route is afhankelijk van de aanwezige stroming (getij) en wind. Figuur 11 geeft de waargenomen variatie in de vaarroute weer. In totaal zijn tijdens 17 overtochten sternentellingen verricht achter de veerboot. Het gemiddelde aantal Visdieven (± de standaarddeviatie) achter de veerboot van Breskens naar Vlissingen is in figuur 12 per kilometerhok weergegeven.



Figuur 11.
Vaarroute van de veerboten tussen Vlissingen en Breskens, zoals die een aantal malen tijdens de tellingen en foerageerprotocollen is bepaald.

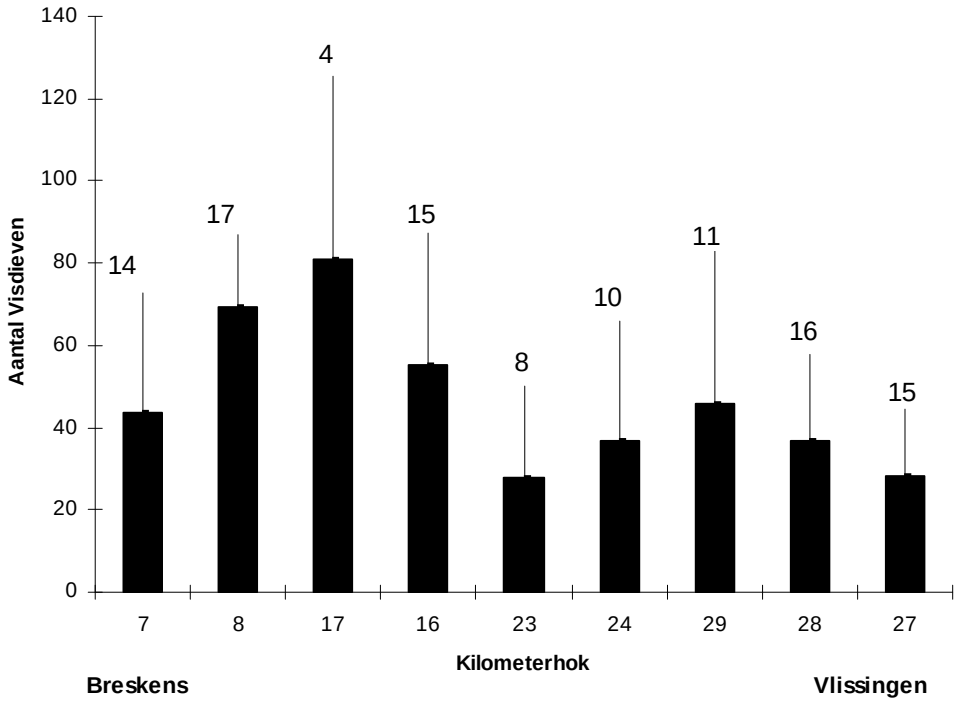
A&W rapport 346
Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK

Het aantal foeragerende Visdieven achter de veerboten varieert en neemt toe van het vertrek uit een der havens tot een maximum op ongeveer eenderde van de afgelegde afstand (2 km). Vervolgens steekt een aantal dieren over naar de andere veerboot. Het gemiddeld aantal Visdieven is daarbij aan de kant van Breskens tweemaal zo hoog als aan de kant van Vlissingen.

Het belang van de veerboot voor foeragerende Visdieven is aan te geven door het totale aantal foerageerminuten in een heel seizoen achter de veerboten te vermenigvuldigen met het foerageersucces. Eerst wordt het totale aantal foerageerminuten achter de veerboten berekend. In mei, juni en juli 2002 zijn tussen 4:50 uur en 22:30 uur (de gemiddelde daglichtperiode over de drie maanden waarin de Visdieven foerageren) in totaal 5296 overtochten gemaakt. Het exacte aantal overtochten is opgevraagd bij de PSD, de Provinciale Stoombootdiensten Zeeland. Dit aantal is ongeveer 10% lager dan het aantal

overtochten dat vermeld staat in de dienstregeling. Gemiddeld bevinden zich tijdens de overtocht 43,3 Visdieven per kilometerhok achter de veerboot. De overtocht van ongeveer zeven km duurt gemiddeld 12 minuten. De formule is dan als volgt:

> Totaal aantal foerageerminuten Visdieven achter de veerboot per seizoen = aantal overtochten per broedseizoen (5296) * duur overtocht (12 minuten) * gemiddeld aantal foeragerende Visdieven per overtocht (43,3) = 2.751.801 foerageerminuten (45.863 uren).



Figuur 12.
Gemiddeld aantal waargenomen Visdieven met standaarddeviatie en steekproefgrootte per kilometerhok tussen Breskens (hok 7) en Vlissingen (hok 27).

Het foerageersucces van foeragerende Visdieven achter de veerboot is in 26 protocollen bepaald op 31 g/uur (tabel 5). In totaal vangen de Visdieven tijdens het gehele broedseizoen 45.863 uren*31 g = 1.421.753 g vis achter de veerboten. Een Visdief heeft tijdens het broedseizoen per dag maximaal 103 g vis nodig[1]. Dit houdt in, dat er achter de veerboot voor 13.783 Visdiefdagen gefoerageerd kan worden. In totaal moeten 800 broedparen (in drie maanden) voor zichzelf (2*3*800) en voor 800 kuikens (een geschat gemiddeld aantal kuikens, in één maand) 7 maanden * 30 dagen * 800 = 168.000

[1] De maximale dagelijkse energie-uitgave (DEE) is 6*1,62BMR ('s nachts rusten) en 18*4,77BMR (overdag foerageren) (Flint & Nagy 1984). Het BMR van de Visdief is 0,375 kJ/dag/g^{1,21} (Klaassen 1994). Bij een gemiddeld gewicht van Visdieven in het broedseizoen van 123 g (± 8,4, N=134, Griend 1992-94, ongepubl. gegevens A. Brenninkmeijer) duidt dit op een BMR van 5,3 kJ/uur (126,7 kJ/dag) en een DEE van 505 kJ/dag. Uitgaande van een verteringsefficiëntie van 77% en een gemiddelde energetische waarde van de vis van 6,4 kJ/g, heeft de Visdief per dag maximaal 103 g vis nodig. Waarschijnlijk kan de Visdief tijdens het broedseizoen in veel kortere tijd voldoende vis uit het water halen, en heeft hij ongeveer 50 g vis per dag nodig. Een uitgebreide beschrijving van deze berekeningswijze staat in Brenninkmeijer *et al*. (2002).

Visdiefdagen vissen. Achter de veerboten kunnen de Visdieven dus 8,2% van hun totale, maximale visbehoefte vangen.

Tabel 5.
Vis- en foerageersucces van de Visdief achter de veerboot en in de rest van de westelijke Westerschelde in mei, juni en juli 2002. Vissucces en foerageersucces en bijbehorende sd's zijn gecorrigeerd voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd). De bijbehorende se's zijn berekend volgens de formule se=sd/√n, waarbij N = aantal sternenprotocollen. Vissucces (Student's t-test: t_{114}=0,760, P > 0,20) en foerageersucces (Student's t-test: t_{114}=1,485, P > 0,05) achter de veerboten verschillen niet significant met die elders in de Westerschelde.

Visdieven	Veerboot	Rest Westerschelde
N sternenprotocollen	26	90
Totale protocol tijd in uren (sec)	0:51:15 (3.075)	8:09:20 (29.360)
N gevangen prooien	28	225
Vissucces (prooi/uur) ±sd/se	32,8±36,9/7,2	27,6±28,7/3,0
Totale prooimassa (g)	26,7	170,9
Gemiddelde prooimassa (g)	1,0	0,8
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	31,3±46,8/9,2	21,0±25,2/2,7

Overige scheepvaart

Naast het belang van de veerboten voor sterns, is ook het belang van andere schepen voor sterns interessant. In totaal zijn 106 schepen gecontroleerd op de aanwezigheid van foeragerende sterns. Daarbij zijn achter 28 schepen foeragerende sterns geteld (tabel 6). Hierbij ging het in bijna alle gevallen om Visdieven, variërend van één tot 40 exemplaren. Bij vijf van de 106 schepen werden één tot drie Dwergsterns waargenomen. Drie van de 106 schepen hadden één tot vijf foeragerende Grote Sterns achter zich. De gegevens van Dwergstern en Grote stern zijn niet in tabel 6 opgenomen.

Gemiddeld foerageerden 2,9 Visdieven achter 26% van de zee- en binnenvaartschepen in de westelijke Westerschelde (tabel 6). Het aantal scheepvaartbewegingen dat relevant is voor foeragerende sterns, kan ruwweg berekend worden aan de hand van de jaarcijfers van scheepvaartbewegingen, waarbij een gelijke verdeling over het jaar en etmaal verondersteld wordt. De formule wordt dan:

Aantal relevante scheepvaartbewegingen = aantal schepen * 3/12 jaar * ¾ etmaal.

Visdieven foerageren vooral achter schepen in de havens en ten zuiden van de broedkolonie, rond Voorland Nummer Een (figuur 13). Ook ten noorden van de Hooge Platen en ten oosten van de Schaar van Spijkerplaat zijn grotere aantallen foeragerend achter schepen waargenomen. Waarschijnlijk zoeken de Visdieven de schepen niet speciaal op, maar vliegen ze op een (geschikt) schip af wanneer dit toevallig in (de buurt van) hun foerageergebied vaart. Aangezien foerageertijdsduur en foerageersucces beide niet zijn gemeten achter zee- en binnenvaartschepen, kan hierover geen onderbouwde uitspraak gedaan worden.

Tabel 6.
De onderstaande indeling van scheepstypen is conform die van Rijkswaterstaat directie Zeeland (pers. med. P. Hengst). Hierbij is binnenvaart: schip met binnenvaartvergunning; binnenvaart overig: dienst-, vissers- en sleepvaartuigen met binnenvaartvergunning; zeevaart: (vracht)schip met zeevergunning; overig zeevaart: dienst-, supplier-, vissers- en sleepvaartuigen met zeevergunning. De waargenomen schepen zijn naar eigen inzicht ingedeeld bij één van deze categorieën.

Scheepstype	Totaal aantal schepen	Zonder foer. Visdieven	Met foer. Visdieven	Totaal aantal Visdieven	Gem. aantal Visdieven per schip	% Schepen met Visdieven
Binnenvaart	37	24	13	69	1,86	35
Binnenvaart overig	18	10	8	93*	5,17	44
Zeevaart	40	37	3	44	1,10	7,5
Zeevaart overig	11	7	4	56	5,09	36
Totaal	106	78	28	262	2,88	26

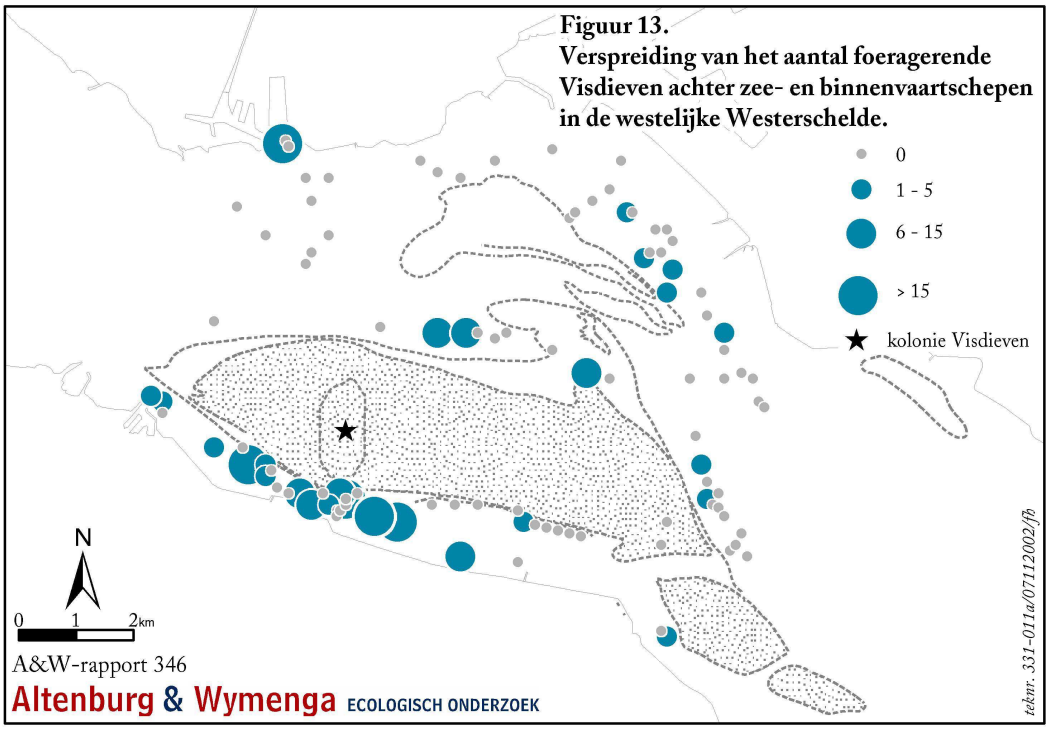
* De categorie 'Binnenvaart overig' heeft voor een groot deel betrekking op de waarnemingen achter het bemonsteringsschip, dat bij dit onderzoek gebruikt is voor visbemonstering. Zes van de acht waarnemingen met Visdieven zijn achter deze visserboot gedaan, waarbij 90 van de 93 visdieven zijn waargenomen.

Een globale vergelijking kan wel gemaakt worden van het aantal scheepvaartbewegingen ter hoogte van de Hooge Platen (10.743) met het aantal veerbootovertochten (5.296) in dezelfde periode (tabel 7). Het gemiddeld aantal foeragerende Visdieven per schip is bij de scheepvaart 2,9 en bij de veerboot 43,3. Bij de aanname dat foeragerende Visdieven even lang achter een zee- of binnenvaartschip blijven hangen als achter een veerboot (ongeveer 12 minuten), is de totale foerageertijd van Visdieven achter de zee- en binnenscheepvaart tijdens het broedseizoen 12*18.177 = 218.124 minuten = 303 Visdiefdagen. Dit is 2,2% van die van de veerboot (13.783 Visdiefdagen) en 0,18% (2,2% van 8,2%) van al het benodigde voedsel dat de Visdieven in een seizoen nodig hebben. Het is onbekend of de schatting van de totale foerageertijd achter de overige schepen correct is, maar waarschijnlijk zijn deze schepen slechts van marginaal belang voor de Visdief.

Tabel 7.
Scheepvaartbewegingen in de westelijke Westerschelde, passage ter hoogte van Hooge Platen (pers. med. P. Hengst, RWS dir. Zeeland) en het aantal Visdieven achter deze schepen.

Scheepstype	Aantal schepen per jaar[1]	Aantal schepen per broedseizoen[2]	Gem. per schip[3]	Totaal achter schepen[4]
Binnenvaart	3.600	675	1,86	1.255
Binnenvaart overig	6.000	1.125	5,17	5.816
Zeevaart	46.000	8.625	1,10	9.487
Zeevaart overig	1.700	318	5,09	1.619
Totaal	57.300	10.743	2,88	18.177

[1]**Aantal schepen per jaar:** Totaal aantal scheepvaartbewegingen per jaar
[2]**Aantal schepen per broedseizoen:** Aantal relevante scheepvaartbewegingen in broedseizoen
[3]**Gem. per schip:** Gemiddeld aantal Visdieven per schip
[4]**Totaal achter schepen:** Geschatte aantal Visdieven dat in een heel broedseizoen achter schepen foerageert; dit zijn voor een groot deel steeds dezelfde vogels



Foeragerende Visdieven in de wervelingen van het schroefwater achter de veerboot (foto J. de Fouw).

Grote stern

De in Nederland broedende Grote stern *Sterna sandvicensis* overwintert vooral in West-Afrika. Het merendeel arriveert tussen begin april en begin mei in de Nederlandse broedgebieden. Ze verzamelen zich op rustplaatsen waar ook copulaties plaatsvinden. De sterns broeden in vrij grote, dichte kolonies op zandstranden of lage eilanden in brak of zout water. Alle paren van een subkolonie bezetten gelijktijdig hun territorium, waarbij ze reeds aanwezige broedvogels, zoals de Kokmeeuw, kunnen verdringen. De eileg vindt kort na de bezetting van het territorium plaats. Doordat iedere subkolonie in dezelfde broedfase verkeert, worden de eieren gelijktijdig gelegd, en komen ze ook gelijktijdig uit. Het legsel bestaat normaal uit één of twee eieren (in Nederland gemiddeld 1,6). Ze leggen doorgaans slechts één legsel, maar kunnen opnieuw leggen na het verlies van het eerste legsel. De gemiddelde broedduur is 25 dagen. Na 25 tot 30 dagen zijn de jongen vliegvlug en volgen dan hun ouders naar het foerageergebied. Deze gedeeltelijke afhankelijkheid van de ouders bij de voedselvoorziening duurt minimaal 4 maanden (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982, Brenninkmeijer & Stienen 1992).

Voedselsamenstelling

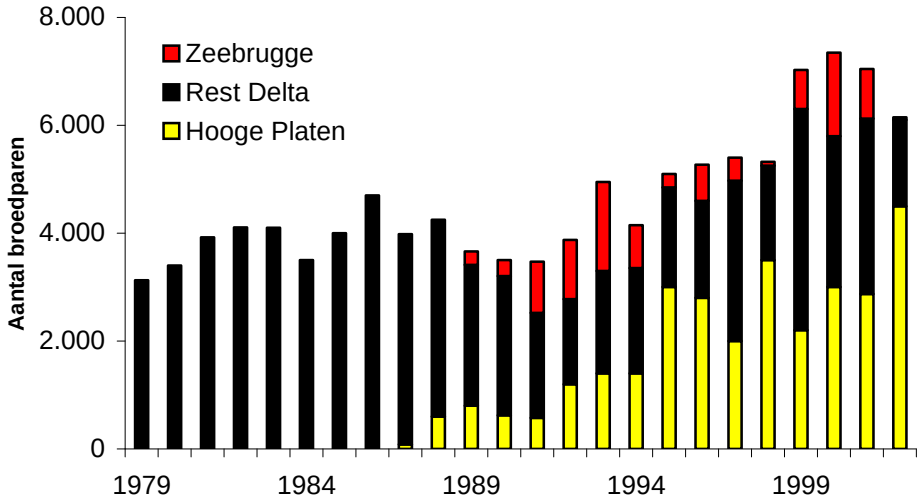
Het voedsel van de Grote Stern bestaat voornamelijk uit kleine mariene vissen, die in scholen in ondiep water voorkomen. In de zuidelijke Noordzee wordt voornamelijk gevist op *Ammoditidae* (Zandspiering en Smelt) en *Clupeidae* (Sprot en jonge Haring). Deze soorten vormen voor de Nederlandse Grote sterns samen 95–99% van het voedselpakket (Veen 1977, Brenninkmeijer & Stienen 1992, Stienen & Brenninkmeijer 1998a, Stienen *et al*. 2000). Zandspiering en Smelt worden gevangen op plaatsen met een sterke stroming, waar deze op de bodem levende vissen door de turbulentie van het water naar de oppervlakte komen (Veen 1977). Haring en Sprot bewegen zich meer onder invloed van het getij en kunnen soms in ondiep water in grote scholen binnen het bereik van de sterns komen. Jonge Haringen trekken in scholen in de bovenste waterlaag en zijn daardoor gemakkelijker te vangen. Hoe jonger de Haring, hoe hoger deze zich in de waterkolom bevindt (Boecker 1967, Veen 1977). Roofvissen (zoals Makreel) kunnen scholen kleine prooivissen (zoals Haring en Sprot) omhoog jagen, waardoor zij voor de Grote stern beschikbaar komen (Dunn 1972, Veen 1977, Safina & Burger 1988). In de Nederlandse kolonies (Griend, Hompelvoet en Hooge Platen) halen de Grote Sterns hun prooi binnen een straal van 5 – 40 km van hun broedplaats, zowel binnen- als buitengaats (Veen 1977, Baptist & Meininger 1984, Stienen & Brenninkmeijer 1994).

Voedselzoekende Grote stern (foto J. Schobben, Hoofddorp)

Populatieverloop

De Nederlandse broedpopulatie heeft zich na een dramatische afname in de jaren vijftig en zestig (van ruim 30.000 paren in de jaren 1955-1956 tot 875 in 1965) enigszins hersteld, maar het niveau van vóór de afname is nog niet bereikt (Brenninkmeijer & Stienen 1992). In de eerste helft van de jaren negentig broedden er in Nederland en België 10.000–13.000 paren (figuur 3). De laatste jaren is dit aantal verder toegenomen tot ongeveer 17.000 paren (Meininger *et al*. 1995, 2002, de Kraker & Derks 2002, pers. med. E. Stienen, IN Brussel). In het totale Deltagebied (inclusief Zeebrugge) is het aantal paren eveneens toegenomen van 3.000–5.000 begin jaren negentig tot 6.000-7.000 in 2001 en 2002.In 1987 heeft de huidige kolonie Grote sterns zich gevestigd op De Bol, het hoogste gedeelte van de Hooge Platen. Zonder de op de Hooge Platen genomen natuurbouwmaatregelen zouden er waarschijnlijk geen Grote sterns gebroed hebben binnen het onderzoeksgebied (Arts & Meininger 1995). De kolonie is vanwege de grootte van internationaal belang. Twee andere grote kolonies in Nederland bevinden zich op Griend in de Waddenzee en op de eilandjes in de Grevelingen (de laatste tientallen jaren op Hompelvoet, in de jaren negentig van de vorige eeuw ook op Markenje en in de 21e eeuw eveneens op de Kleine Stampersplaat). De laatste jaren broedden er ook Grote sterns ten zuiden van het Deltagebied (Orbie 1991). In de voorhaven van Zeebrugge broedden sinds 1989 vaak enige honderden paren, maar deze aantallen fluctueerden van 1650 in 1993 tot 43 in 2002. Nog verder naar het zuiden bevindt zich sinds eind jaren negentig een kolonie in Noord-Frankrijk, Le Platier d'Oye Plage bij Duinkerken, waar in 2001 en 2002 ongeveer 800 paren hebben gebroed (de Kraker & Derks 2002).

Het lijkt erop dat de aantallen broedende Grote sterns sinds het begin van de baggerwerkzaamheden zijn toegenomen op de Hooge Platen, maar in de rest van de Delta zijn afgenomen. Een causaal verband is echter niet waarschijnlijk. De nieuwe broedparen lijken voornamelijk afkomstig van Zeebrugge (praktisch geheel verlaten in 2002) en Hompelvoet (waar de sterns veel last hebben van grondpredatoren).



Ontwikkeling van het aantal broedparen van de Grote stern op de Hooge Platen, in Zeebrugge en in de rest van de Delta. In 2002 (Meininger et al. *1995, 2002, de Kraker & Derks 2002, pers. med. P. Meininger & E. Stienen).*

4. DISCUSSIE & CONCLUSIES

In de discussie van dit hoofdstuk worden de hypothesen getoetst op basis van de gevonden resultaten. Daarna volgen de samenvattende conclusies en de aanbevelingen.

4.1. DISCUSSIE

Verspreiding sterns

Vraag: Waar foerageren Visdieven en Dwergsterns in de westelijke Westerschelde in 2002 in vergelijking tot 1995, het jaar vóór de baggerwerkzaamheden?

Bij hypothese E16 wordt ervan uitgegaan dat het areaal ondiep water (de potentiële opgroeigebieden voor vis), en daarmee de foerageermogelijkheden voor foeragerende sterns, in de westelijke Westerschelde door de baggerwerkzaamheden met 10% zal afnemen. Om hypothese E16 te toetsen, is de verspreiding van foeragerende sterns in 1995 (de T0 situatie vóór de baggerwerkzaamheden, Arts & Meininger 1995) vergeleken met die in 2002 (T1, dit rapport).

In de figuren 13, 14 en 15 zijn de maximale aantallen foeragerende sterns in de westelijke Westerschelde in 1995 vergeleken met die in 2002. Omdat het aantal broedparen in 1995 verschilde van dat in 2002, zijn de sternenconcentraties voor alle drie de soorten gecorrigeerd voor het aantal broedparen (door het aantal per kilometerhok getelde sterns te vermenigvuldigen met een correctiefactor die compenseert voor het aantal broedparen in beide jaren, zie tabel 8)[2]. Vergeleken met 1995 hebben er in 2002 enige verschuivingen (v.w.b. plaats en aantallen foeragerende sterns) plaatsgevonden.

De koloniegrootte als zodanig kan echter ook van belang zijn. De baggerwerkzaamheden zouden ook tot gevolg kunnen hebben dat de koloniegrootte afneemt, omdat er minder foerageerruimte in de westelijke Westerschelde is gekomen.

In 1995 foerageerden de Dwergsterns zowel ten noorden als ten zuiden van de Hooge Platen, rond de kolonies op de Hooge Platen en Voorland Nummer Een (figuur 14). In 2002 zijn voornamelijk foeragerende Dwergsterns rond Voorland Nummer Een waargenomen, de enige kolonie in dat jaar. Het totale aantal maximaal waargenomen Dwergsterns in het onderzoeksgebied was in 1995 lager dan in 2002, maar dat kan verklaard worden doordat er in 2002 meer Dwergsterns hebben gebroed (tabel 8). De gecorrigeerde concentraties Dwergsterns verschilden in 1995 (gemiddeld 0,8±1,9 stern per kilometerhok) niet significant van die in 2002 (1,1±3,3; Student't t-test: $t_{65} = 0{,}924$, $P = 0{,}359$).

De Visdieven foerageerden zowel in 1995 als in 2002 massaal achter de veerboot, maar uit 1995 zijn geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. Daarom zijn de aantallen die achter de veerboot zijn waargenomen, weggelaten in figuur 15 en tabel 8. Wanneer 1995 en 2002 met elkaar vergeleken worden, dan verschillen de – voor broedaantallen

[2] De koloniegrootte als zodanig kan echter wel degelijk van belang zijn. De baggerwerkzaamheden zouden tot gevolg kunnen hebben dat de koloniegrootte **afneemt**, omdat er minder foerageerruimte in de westelijke Westerschelde is gekomen. Dit blijkt echter niet het geval, aangezien de aantallen tussen 1995 en 2002 ongeveer zijn **gelijk** gebleven (voor Visdief en Dwergstern) of zelfs zijn **toegenomen** (voor de Grote stern, tabel 9). Deze toename in 2002 van Grote sterns uit Zeebrugge en de Hompelvoet is veroorzaakt door andere factoren(zie kader 'Grote stern'). De baggerwerkzaamheden hebben in dit opzicht waarschijnlijk geen negatief effect gehad op de vestiging van sterns in de westelijke Westerschelde.

gecorrigeerde – verspreidingen van concentraties Visdieven in de gehele westelijke Westerschelde niet significant van elkaar (1995: gemiddeld 7,8±18,2 Visdief per kilometerhok; 2002: 8,0±10,0; Student't t-test: $t_{65} = 0,096$, P = 0,924). Er zijn wel locale verschillen tussen de concentraties Visdieven in beide jaren. In 2002 zijn tweemaal zoveel (3,6±4,9) foeragerende Visdieven aangetroffen rond de Spijkerplaat en de Schaar van Spijkerplaat, het gebied van de baggerstortingen, als in 1995 (1,8±4,2), maar dit verschil is niet significant (Student't t-test: $t_{11} = 1,080$, P = 0,303). Rond de haven van Vlissingen is in 2002 ook een grotere concentratie waargenomen dan in 1995, maar dit betrof waarschijnlijk een groep Visdieven die aan het wachten was op een volgende veerboot en in de tussentijd in de wateren rond de haven foerageerde. In beide jaren zijn grote concentraties rond het westelijke deel van de Hooge Platen waargenomen (1995: 17,7±22,7; 2002: 13,6±11,4; Student't t-test: $t_{13} = 0,638$, P = 0,535).

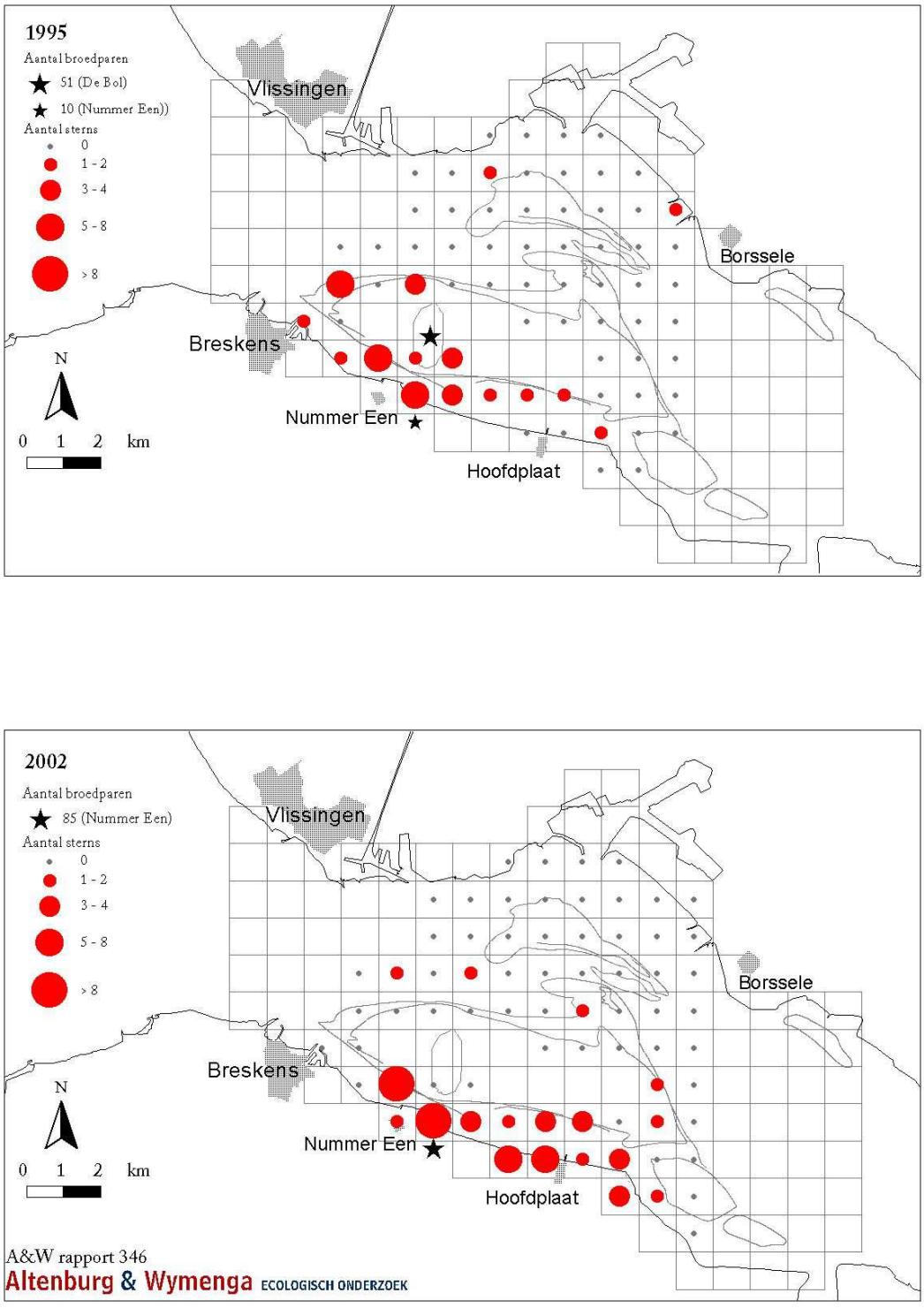
Voor het gehele onderzoeksgebied zijn de verschillen tussen de verspreiding van concentraties Grote sterns in 1995 en 2002 significant (1995: 2,6±4,1; 2002: 5,1±10,1; Student't t-test: $t_{65} = 2,050$, P = 0,044). De Grote sterns foerageren in 2002 vooral meer rond het westen van de Hooge Platen dan in 1995 (1995: 3,9±4,2; 2002:17,9±17,6; Student't t-test: $t_{13} = 3,368$, P = 0,005, figuur 16). Dit verschil is vrijwel zeker toe te schrijven aan de harde wind in juni 2002, waardoor veel Grote sterns in de luwte van de Hooge Platen gingen foerageren. Voor de onderliggende vraag – zijn sterns op andere plekken of in andere aantallen gaan foerageren ten gevolge van de baggerwerkzaamheden - is het verschil derhalve in dit opzicht niet relevant. In beide jaren zijn redelijke concentraties aan de oostzijde van de Spijkerplaat waargenomen. Deze concentraties verschillen niet significant van elkaar (1995: 2,4±5,3; 2002: 3,0±5,5; Student't t-test: $t_{11} = 0,407$, P = 0,691).

Tabel 8.
Het aantal broedparen en de maximale aantallen foeragerende sterns in de westelijke Westerschelde in 1995 (Arts & Meininger 1995) en 2002 (dit rapport), exclusief sterns achter veerboten. Het 'gecorrigeerde aantal van 1995' is gecorrigeerd voor het verschil in aantal broedparen te vermenigvuldigen met de 'correctiefactor' (het aantal paren in 2002 gedeeld door het aantal paren in 1995). De maximale aantallen bestaan zowel in 1995 als in 2002 uit de hoogste aantallen per kilometerhok, die tijdens de waarneemperiode vanaf schepen of vanaf het vasteland zijn geteld.

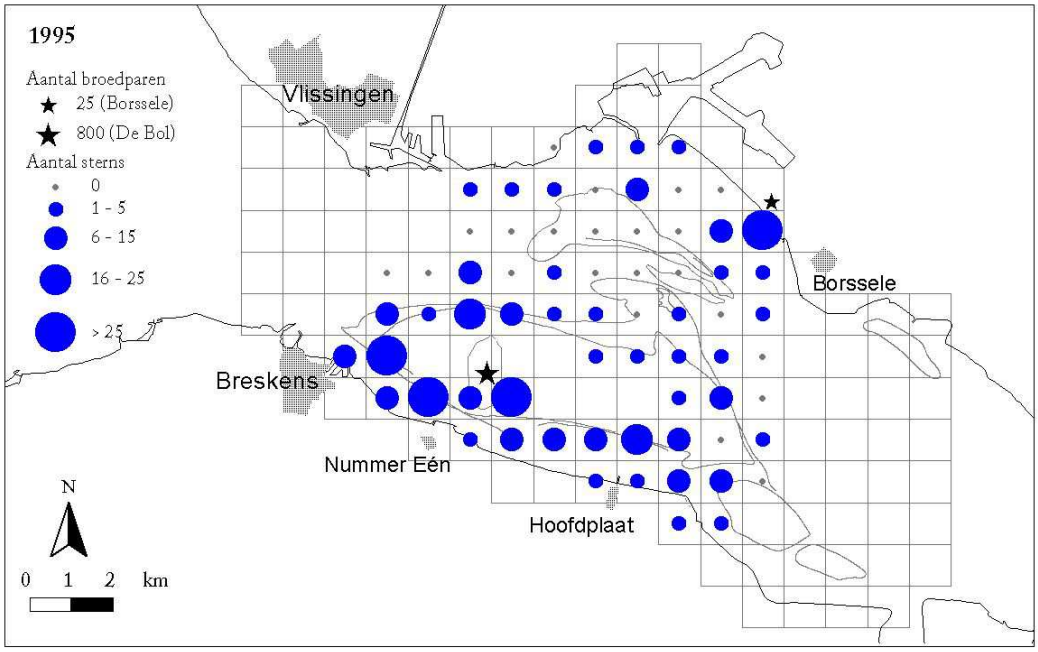
	Broedparen 1995	Broedparen 2002	Waargenomen in 1995	Correctiefactor	Gecorrigeerde aantal 1995	Waargenomen in 2002
Dwergstern	61	85	38	85/61	53	71
Visdief	825	800[1]	528	800/825	512	526
Grote stern	3000	4500	116	4500/3000	174	339[2]

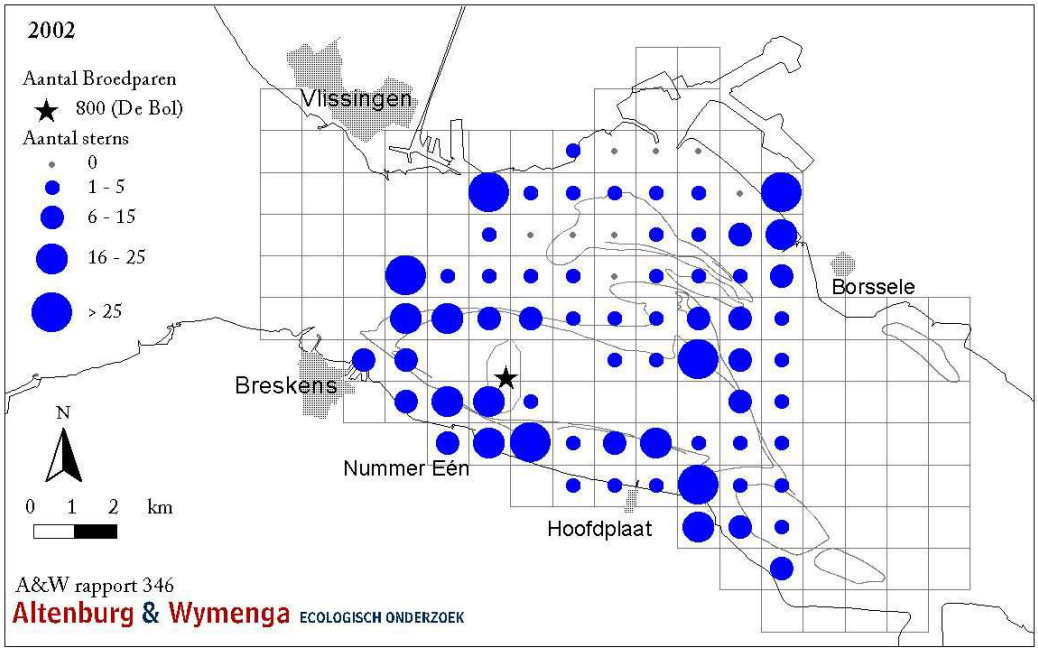
[1] bij het ter perse gaan van dit rapport bleek dat er uiteindelijk niet 800 maar 1100 paren visdieven hebben gebroed; dit is echter niet meer verwerkt in deze tabel of figuur 15

[2] in verband met de harde wind in juni 2002 foerageerden verhoogde aantallen Grote sterns in de luwte rond de Hooge Platen



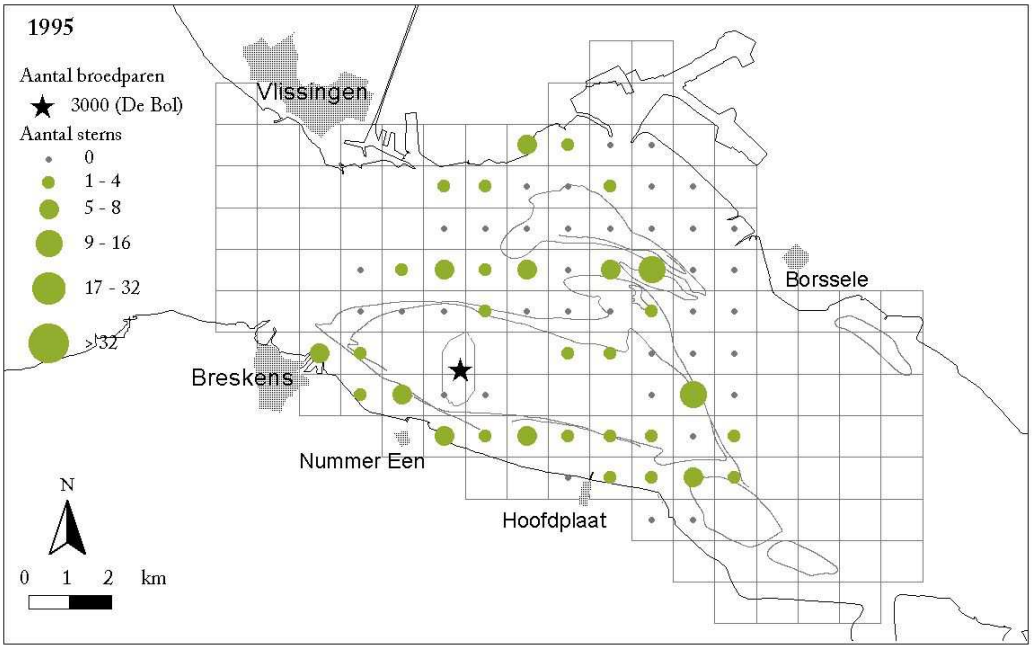
Figuur 14.
Maximale aantallen foeragerende Dwergsterns in de westelijke Westerschelde in 1995 en 2002.

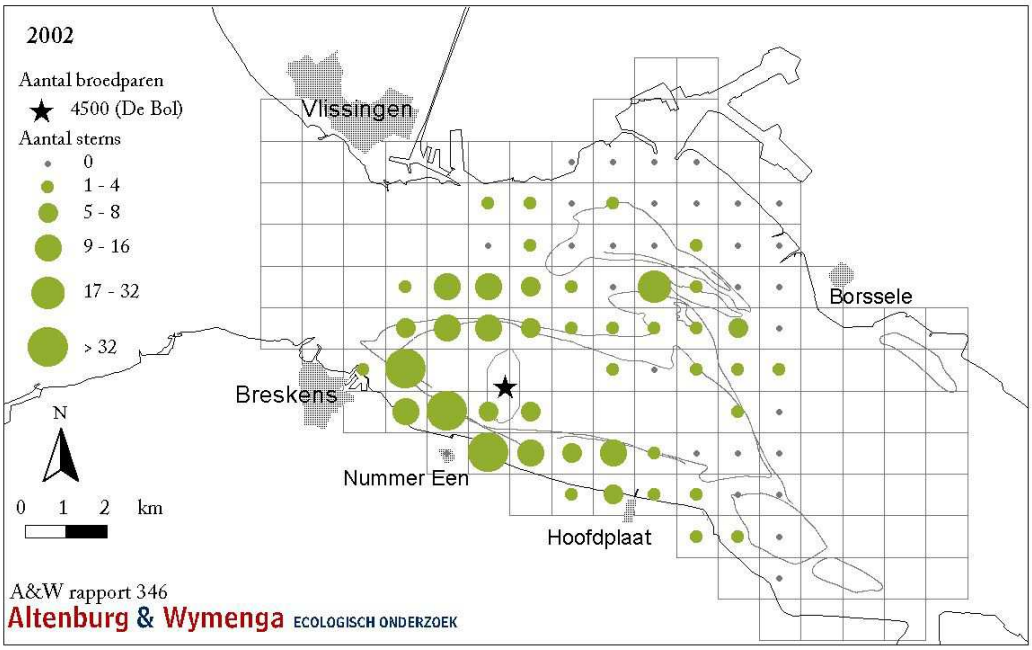




teknr. 311-004a/07112002/fb

Figuur 15.
Maximale aantallen foeragerende Visdieven in de westelijke Westerschelde in 1995 en 2002.





Figuur 16. *zeknr. 331-007a/07112002/fb*

Maximale aantallen foeragerende Grote sterns in de westelijke Westerschelde in 1995 en 2002.

Betrouwbaarheid van het Dwergsternenmodel

In juni waren de weersomstandigheden slecht (regen, harde zuidwestenwind, zie §2.4), waardoor een minder groot gebied kon worden bemonsterd. Als gevolg van de harde wind zijn veel sterns waarschijnlijk dichter bij de kolonie Voorland Nummer Een gaan foerageren, in de luwte van het vasteland aan de zuidzijde. De weersfactoren zijn evenwel niet als aparte parameters in het model opgenomen, zodat de eventuele invloed van deze weersfactoren niet is getoetst.

Door de vorm en de functie van het onderzoeksgebied lopen de diepte- en stromingswaarden erg uiteen per kilometerhok. Voor de toetsing en de totstandkoming van de modellen zijn de waarden omgezet naar een kilometerhokkenbestand, zodat het aantal foeragerende sterns gerelateerd kon worden aan zowel de minimum, de maximum als de gemiddelde diepte- en stromingswaarden.

Model

Bij het zoeken naar relaties tussen abiotische factoren en het voorkomen van foeragerende sterns is ervan uitgegaan dat deze abiotische factoren een relatie hebben met het voorkomen van de prooivis. Exacte visverspreidingsgegevens zijn echter niet beschikbaar. Deze zouden in een vervolgonderzoek (min of meer) gelijktijdig met de sternengegevens moeten worden verzameld. Indirect is wel – door middel van een model - onderzocht hoe het aantal foeragerende sterns mogelijk is gerelateerd aan het voorkomen van vis, door een aantal abiotische factoren te onderzoeken die verondersteld worden van invloed te zijn op het gedrag en voorkomen van de prooivis.

Het opportunistische foerageergedrag van de Visdief (de soort kan snel anticiperen op veranderende voedselomstandigheden, zoals bijvoorbeeld achter veerboten en andere schepen) heeft er waarschijnlijk toe bijgedragen dat er geen geschikt model gevonden is.

De modellen (bijlage 3) laten zien dat voor de Dwergstern vooral de afstand ten opzichte van de kolonie van belang is voor de verspreiding in het foerageergebied. De toegenomen stroomsnelheid en diepte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden hebben mogelijk een negatief effect gehad op de foerageermogelijkheden van de Dwergstern, maar dit is niet uit de modellen naar voren gekomen. De verklarende waarde van het Dwergsternmodel is niet erg hoog (bijlage 3), omdat de informatie (verzameld per kilometerhok) voor het model waarschijnlijk te grof is. De kilometerhokken waarin de meeste Dwergsterns zijn waargenomen, bevatten zowel de relatief smalle, diepe geul als ondiepe gedeelten langs de Hooge Platen en het vasteland. Hierdoor lopen de diepte- en stromingswaarden binnen deze kilometerhokken sterk uiteen. Het aantal foeragerende sterns is gerelateerd aan zowel de minimum, de maximum als de gemiddelde diepte- en stromingswaarden. Er is bij de toetsing van het model geen goed onderscheid te maken in de onderlinge relaties tussen deze factoren.

Ecotopen

Vraag: Welke ecotopen in de westelijke Westerschelde zijn voor Dwergsterns, Visdieven en Grote sterns van belang?

Het blijft moeilijk om harde uitspraken te doen over ecotoopvoorkeur, omdat sterns vaak foerageren op de grens van verschillende ecotopen, waar prooien waarschijnlijk beter te vangen zijn. Prooivis moet namelijk niet alleen aanwezig zijn (in de kinderkamer-ecotopen), maar ook beschikbaar voor de foeragerende sterns (de prooivis moet in de bovenste meter van de waterkolom zwemmen). Hieronder wordt per sternensoort de voorkeur voor bepaalde ecotopen besproken.

Geen enkele sternensoort is foeragerend waargenomen in het schor (ecotoop 9, tabel 9). In het schor is ook weinig voedsel voor deze viseters te vangen. Alleen in de prielen en kreken die het schor doorsnijden kan zich geschikt voedsel voor sterns bevinden, maar deze kleine wateren behoren weer tot een ander ecotoop (meestal 8, laagdynamisch slibrijk boven NAP). Het schor (op de Hooge Platen) is wel van belang als broedgebied voor alle drie de sternensoorten (o.a. Meininger & Strucker 2002, Meininger *et al*. 2002). Hiermee kan geconcludeerd worden dat het schor geen belangrijk voedselecotoop is voor de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde. De overige ecotopen zijn dit in min of meerdere mate wel.

Dwergsterns foerageerden in de broedtijd in 2002 voornamelijk vlak langs de zuidelijke kustlijn van de westelijke Westerschelde tot op 7 km van de kolonie bij Nummer Een. In alle ecotopen, waar ze hebben gevist, was het vis- en foerageersucces even hoog (tabel 9). Dwergsterns hebben in bijna alle ecotopen gevist (muv de ecotopen 6 en 9), maar ze hadden een voorkeur voor de hoogdynamische wateren (ecotopen 1, 2 en 4) vlak langs de kustlijn. In de laagdynamische wateren werd minder gefoerageerd, ook omdat deze niet allemaal voortdurend beschikbaar waren (zo stonden de ecotopen 6 en 8 alleen rond hoogwater onder water). Dit komt niet helemaal overeen met de literatuur, die stelt dat Dwergsterns een voorkeur hebben voor ondiep (25-100 cm), niet te snel stromend water, dat rijk is aan kleine prooidieren (Arts & Meininger 1995). Het is zelfs gedeeltelijk in tegenstelling tot de hypothese dat Dwergsterns en andere viseters een voorkeur hebben voor rustige (=laagdynamische), ondiepe wateren, die als kinderkamer voor de prooivis fungeren (MOVE 1997). Dwergsterns vissen vooral in de meer turbulente wateren, waar de prooivis vanuit zijn laagdynamische, ondiepe opgroeimilieu wellicht gemakkelijker te vangen is.

Visdieven zijn het meest opportunistisch van de drie onderzochte sternensoorten. Zo foerageerden de Visdieven vooral in zes concentratiegebieden en achter schepen (figuren 4, 10 en 12). De aantrekkingskracht van Spuigat en Plaskreek ligt in de aanwezigheid van de spuigaten. Borssele heeft een soortgelijke aantrekkingskracht, want de sterns foerageren hier vooral in het afwateringskanaal van het koelwater van de kerncentrale Borssele. Rond de strekdam van staalkabels (uit de Tweede Wereldoorlog) voor Spuigat werd met opgaand- en afgaand water veel door groepen sterns gefoerageerd. Vooral langs de randen van, maar ook in de geul bij Voorland Nummer Een, Spuigat en Plaskreek is veel door Visdieven gefoerageerd. Visdieven foerageerden vaak in groepjes zuidoostelijk van de Schaar van Spijkerplaat in het ondiepe water boven en langs de randen van de platen. Tenslotte zijn regelmatig solitair vissende Visdieven waargenomen aan de noord- en westzijde van de Hooge Platen. In alle ecotopen (m.u.v. het schor, ecotoop 9) hebben Visdieven gefoerageerd, maar niet overal even veel en even succesvol (tabel 9). Het vissucces was significant hoger in ecotoop 8 (laagdynamisch slibrijk boven NAP) dan in de overige ecotopen; het foerageersucces in de ecotopen 1 (geul/diep water) en 2 (ondiep hoogdynamisch) was significant lager dan in de laagdynamische ecotopen 5, 6, 7 en 8. Het meest visten de Visdieven in de laagdynamische ecotopen 7 en 3, maar ook in de hoogdynamische ecotoop 4. Samenvattend kan hieruit worden geconcludeerd dat Visdieven een voorkeur lijken te hebben voor ondiepe, laagdynamische ecotopen, conform de hypothese voor viseters.

Grote sterns foerageerden in de broedtijd in 2002 voor een groot deel buitengaats, maar daar zijn geen kwantitatieve gegevens van verzameld. Tijdens de vaartochten over de Westerschelde zijn wel grote aantallen Grote sterns gezien die via een min of meer vaste route (de zogenaamde ‘snelweg’) richting Voordelta en weer terug vlogen, zodat we ervan uitgaan dat het grootste gedeelte van de Grote sterns ook in 2002 daadwerkelijk buitengaats in diep water (ecotoop 1) heeft gefoerageerd, op zoek naar grote Zandspiering/Smelt en Haring/Sprot. Dit wordt bevestigd door een aantal verder niet

uitgewerkte bootwaarnemingen van Grote sterns uit 2002 die met dergelijke grote vissen (vaak 2 tot 3 snavellengtes) terugvlogen naar de kolonie op de Hooge Platen. Grote sterns hebben ook in andere gebieden een voorkeur voor diep water en plaatsen met een sterke stroming waar deze vissoorten door turbulentie aan de oppervlakte komen (Veen 1977). Binnen de westelijke Westerschelde hebben de Grote sterns in slechts een paar ecotopen gefoerageerd (tabel 9). In al deze ecotopen was het vis- en foerageersucces even hoog. Grote sterns hadden, net als de Dwergsterns, een voorkeur voor hoogdynamische wateren (ecotopen 1, 2 en 4). De Grote sterns foerageerden echter, in tegenstelling tot de Dwergsterns, vaak wat verder van de kustlijn af. In de laagdynamische wateren (ecotopen 3 en 7) werd ongeveer een kwart van de tijd gefoerageerd. Ook dit is in tegenstelling tot de hypothese dat sterns en andere viseters een voorkeur hebben voor rustige (=laagdynamische), ondiepe wateren, die als kinderkamer voor de prooivis fungeren.

Tabel 9.
Voorkeur van Dwergstern, Visdief en Grote stern voor de verschillende ecotopen in de westelijke Westerschelde. Hyp = Hypothese (sterns foerageren voornamelijk in rustige, ondiepe wateren en intergetijdengebieden, omdat deze gebieden gebruikt worden als kinderkamer voor jonge vis en garnaal). Vkr = voorkeur voor een bepaald ecotoop, gebaseerd op de foerageertijd die sterns in een bepaald ecotoop hebben doorgebracht ('Tijd', in %) en op het foerageersucces in het betreffende ecotoop ('Sucs', in g vis per uur)

Ecotoop		Dwergstern			Visdief			Grote sterns		
	Hyp	Vkr	Tijd	Sucs	Vkr	Tijd	Sucs	Vkr	Tijd	Sucs
(1) Geul/ diep water	-	++[1]	24[1]	25[1]	+-[1]	5[1]	9[1]	++[1]	21[1]	79[1]
(2) Ondiep hoogdynamisch	+									
(3) Ondiep laagdynamisch	++	+	7	21	++	20	21	+[1]	13[1]	101[1]
(4) Litoraal hoogdynamisch	+	++	25	26	++	31	21	++	32	97
(5) Laagdynamisch slibarm onder NAP	++	+-	3	15	+-	3	25	-	0	0
(6) Laagdynamisch slibarm boven NAP	++	-	0	0	+-	2	33	-	0	0
(7) Laagdynamisch slibrijk onder NAP	++	+[1]	9[1]	18[1]	++	28	22	+[1]	13[1]	101[1]
(8) Laagdynamisch slibrijk boven NAP	++				+	6	25	-	0	0
(9) Schor	-	--	0	0	--	0	0	--	0	0

[1]De gegevens van de verschillende ecotopen zijn bij elkaar gevoegd wanneer de sterns tijdens een protocol in beide betreffende ecotopen hadden gefoerageerd.

Foerageergedrag

Vraag: Wat is het foerageersucces van Visdieven en Dwergsterns in de westelijke Westerschelde en wat is de relatie met het doorzicht en andere abiotische parameters, die mogelijk zijn veranderd als gevolg van de bagger- en suppletiewerkzaamheden in de Westerschelde?

Zowel het foerageersucces als het vissucces van de Dwergstern zijn in het broedgebied (het Deltagebied) bijna drie maal zo hoog als in één van de overwinteringsgebieden (Guinee-Bissau, tabel 10). Voor de Visdief zijn uit de overwinteringsgebieden geen gegevens bekend, maar voor de Grote stern zijn zowel foerageer- als vissucces hoger in de Europese broedgebieden dan in de Afrikaanse overwinteringsgebieden. Mogelijk is de vis in de broedgebieden voor de sterns beter beschikbaar dan in de overwinteringsgebieden. Een hoog foerageersucces is in de broedgebieden veel belangrijker dan in de overwinteringsgebieden, want in het broedseizoen moeten de sterns niet alleen voor zichzelf zorgen, maar ook extra foerageren om eieren aan te maken en kuikens te voeren. In 2002 is in het Deltagebied geen onderzoek gedaan naar de visbeschikbaarheid en de voedselbehoefte/groei van de sternenkuikens, zodat hier niet verder op zal worden ingegaan. Het is opvallend dat de Grote sterns in de Britse

broedgebieden (Taylor 1983) twee tot drie maal zoveel prooien per uur uit het water vissen als in het Deltagebied. Helaas zijn geen Britse foerageersuccessen bekend, zodat niet kan worden uitgerekend of sterns in Groot-Brittannië ook meer grammen vis per uur vangen dan in het onderzoeksgebied. Bovendien is in geen van de gebieden onderzoek gedaan naar de bereikbaarheid en de kwaliteit van de verschillende foerageerplekken. Een hoog foerageersucces in een gebied betekent nog niet dat het gebied voor veel sterns een geschikt foerageergebied is. Deze plekken kunnen moeilijk te vinden zijn of vanwege territoriaal gedrag van de sterns slechts voor een beperkt aantal sterns toegankelijk. De zoektijd zal dan voor veel sterns in het gebied langer worden, waardoor deze langer moeten vliegen. Dit extra vliegen kost meer energie, zodat ze weer meer moeten eten. Een ander probleem is dat alle vergelijkende onderzoeken uit de literatuur zijn gebaseerd op waarnemingen in één jaar, net als het onderhavige onderzoek. Het is onbekend of er een grote fluctuatie is tussen verschillende jaren en binnen één gebied.

Tabel 10.
Foerageer- en vissucces van de drie sternensoorten in een aantal broed- en overwinterings-gebieden.

	Foerageersucces (g/uur)	Vissucces (vis/uur)	Bron
Dwergstern			
Delta	21	24	Dit rapport
Guinee-Bissau	8	9	Brenninkmeijer *et al*. 2002
Visdief			
Delta	22	28	Dit rapport
Groot-Brittannië	-	-	Taylor 1983
Grote stern			
Delta	80	21	Dit rapport
Groot-Brittannië	-	35-70	Taylor 1983
Guinee-Bissau	60	8	Brenninkmeijer *et al*. 2002
Sierra Leone	-	10-14	Dunn 1972

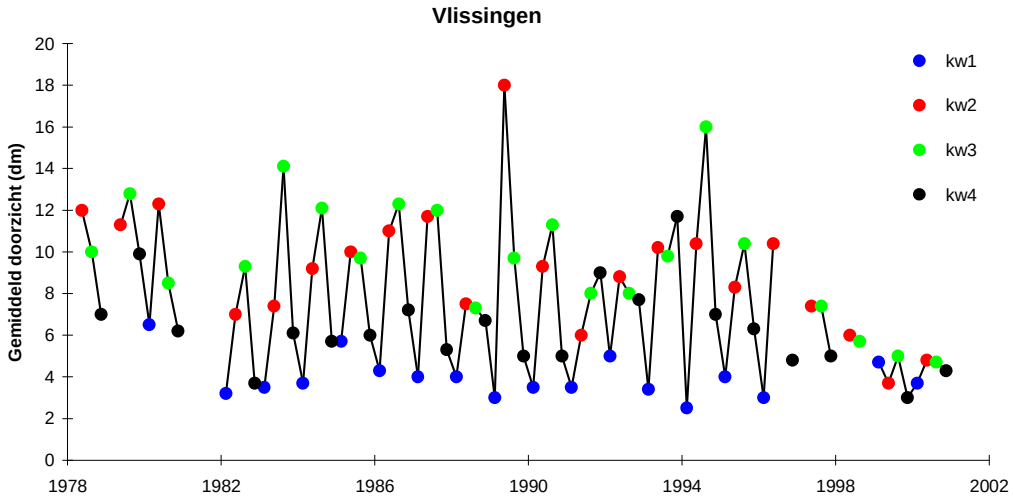
Sterns en abiotische factoren

De Westerschelde is een zeer dynamisch gebied, waarin vooral diepte, stroming en doorzicht sterk kunnen variëren. De stroomsnelheid (figuur 2) in het estuarium is mede afhankelijk van de diepte (figuur 3, Lefèvre & Kornman 2002). De gegevens van het gemeten doorzicht vertonen geen duidelijk patroon van oost naar west. Dit wordt veroorzaakt door een aantal factoren, die van invloed zijn op het doorzicht. Het belangrijkste proces hierbij is de opwerveling van slib door de dagelijkse getijbeweging (stroming) en de golven, waarbij ook de wind een rol speelt. Verder is de periodieke algenbloei van invloed op het doorzicht. Uit een analyse van de doorzichtgegevens van RIKZ blijkt, dat tussen 1978 en 2000 op een aantal vaste meetplaatsen in de westelijke Westerschelde het doorzicht door de jaren heen enorm kan variëren, van 6 tot 300 cm (pers. med. F. Lefèvre, RIKZ Middelburg). Sinds het begin van de baggerwerkzaamheden in 1997 zijn de fluctuaties in en de hoogte van de seizoensgemiddelden bij Vlissingen afgenomen (figuur 17). De figuren met doorzichtgegevens van twee keer drie meetmiddagen rondom hoogwater leveren geen duidelijke resultaten op (bijlage 7). Dit is mogelijk veroorzaakt doordat niet alle punten tegelijk zijn gemeten. Met behulp van een ‘snap shot’ (in de vorm van bijvoorbeeld een satellietfoto) van de situatie tijdens de vier verschillende getijfasen is mogelijk wel een duidelijk ruimtelijk patroon waar te nemen.

Van de abiotische factoren die van invloed kunnen zijn op het foerageergedrag van sterns, zijn het doorzicht en het getij in het Deltagebied nader onderzocht en vergeleken met Guinee-Bissau, één van de Afrikaanse overwinteringsgebieden. Het getij is in de Delta

niet van invloed op het foerageergedrag van de Dwergstern. Dit is in tegenstelling tot Guinee-Bissau, waar het foerageersucces tijdens afgaand en laag water significant hoger was dan tijdens opkomend water (Brenninkmeijer *et al.* 2002). Voor de Visdief is er in de Delta wel een verband gevonden tussen het getij en het foerageergedrag. Tijdens afgaand water is het foerageersucces lager dan tijdens hoogwater. Voor de Grote stern geldt dat het getij geen invloed had op het foerageergedrag, noch in Guinee-Bissau noch in de Delta (Brenninkmeijer *et al.* 2002).

In Guinee-Bissau nam het vissucces van zowel de Dwergstern als de Grote stern toe met het doorzicht, maar deze relatie was niet significant (Brenninkmeijer *et al*. 2002). Het foerageersucces van de Dwergstern en de Grote stern was in 'troebel' water (doorzicht < 50 cm) in Guinee-Bissau significant lager dan in 'helderder' water (> 50 cm). In de Westerschelde is de relatie tussen het vis- en foerageersucces en dezelfde doorzichtklassen eveneens significant voor de Dwergstern, maar (net) niet voor de Grote stern. Mogelijk was dit bij een grotere steekproef voor de Grote stern wel significant geworden. De Visdief heeft in de Westerschelde in 'helder' water (≥ 180 cm) een significant hoger vis- en foerageersucces dan in troebeler water (< 180 cm).



Figuur 17.
Gemiddeld doorzicht (in dm) per kwartaal (kw1 = de eerste drie maanden van het jaar, kw2 = de tweede drie maanden, etc.) in Vlissingen tussen 1978 en 2000. Kw2 (april, mei en juni) is de voor de sterns meest relevante periode. De gegevens zijn afkomstig van F. Lefèvre, RIKZ Middelburg. De afname van de gemiddelden sinds 1997 is niet getoetst op significantie.

Sterns lijken dus voordeel te hebben wanneer ze in minder troebel water foerageren. Na het begin van de baggerwerkzaamheden is het seizoensgemiddelde doorzicht in de Westerschelde bij Vlissingen in de maanden april, mei en juni gedaald van gemiddeld 100 cm (1978-1996) tot gemiddeld 55 cm (1997-2000, figuur 17). Mogelijk heeft dit een negatief effect gehad op het foerageergedrag van sterns. Dit kan niet onderzocht worden, omdat er geen foerageergegevens beschikbaar zijn van vóór de baggerwerkzaamheden.

Het broedsucces in de westelijke Westerschelde was in 2002 zeer laag. Van alle drie de sternensoorten is minder dan 0,1 kuiken per paar uitgevlogen (pers. med. P. Meininger & R. Beijersbergen). Het broedsucces was eveneens zeer laag in Zeebrugge (pers. med. E.

Stienen) en op de Hompelvoet (de Kraker & Derks 2002). In Terneuzen echter was het broedsucces van de Visdief met 0,5 kuiken per paar redelijk goed, maar was de legselgrootte (gemiddeld 2,2 ei/nest) opvallend klein, mogelijk als gevolg van voedseltekort (pers. med. M. Hoekstein). In Zeebrugge zijn van de Grote sterns ongeveer 0,2 kuiken per paar uitgevlogen, maar de Visdieven hebben in België helemaal geen kuikens grootgebracht. Dit slechte broedsucces in het grootste deel van het Deltagebied is waarschijnlijk veroorzaakt door een tekort aan voedsel (vooral in de periode van slecht weer half juni, toen de sternenkuikens een grote voedselbehoefte hadden). Mogelijk heeft als gevolg daarvan de sterke predatie van kuikens door grote meeuwen (Zeebrugge) en/of kraaiachtigen (Westerschelde) en/of grondpredatoren en roofvogels (Hompelvoet) hierbij eveneens een rol gespeeld. Het is onbekend of de baggerwerkzaamheden een effect hebben gehad op de voedselvoorziening, de groei of het voorkomen van prooivis, en daarmee op het voedselgebrek. Dit lijkt echter onwaarschijnlijk omdat het broedsucces ook laag was in de gebieden waar geen baggerwerkzaamheden zijn verricht, zoals Zeebrugge en het noordelijke Deltagebied. De draagkracht van de Westerschelde voor de drie sternensoorten is evenmin bekend. Sinds het begin van de baggerwerkzaamheden is het aantal broedparen, en daarmee het aantal foeragerende sterns, ongeveer gelijk gebleven of zelfs gestegen (zie kaders sterns).

Sterns en schepen

Vraag: Welke rol spelen de veerboten en andere schepen voor foeragerende sterns?

Het belang van de veerboten voor foeragerende sterns lijkt evident, gezien het grote aantal Visdieven achter de veerboten. Maximaal zijn ongeveer 150 foeragerende Visdieven tegelijk in de (ongeveer 1 km lange) strook omgewoeld schroefwater achter de veerboot waargenomen. Het foerageersucces achter de veerboten is hoger (gemiddeld 50%) dan in het overige foerageergebied, hoewel het verschil niet significant is. Aanvullend onderzoek (een grotere steekproef) kan aantonen of het echt rendabeler is om achter de veerboot te foerageren. Anderzijds zijn Visdieven min of meer verzekerd van een hoog foerageersucces achter de veerboot, terwijl het onzeker is of ze in de rest van de Westerschelde een foerageerplek kunnen vinden waar ze vergelijkbaar – of hoger – foerageersucces kunnen hebben. Het voordeel van foerageren achter de veerboot is dat ze niet hoeven te zoeken naar de goede visplekken. Dit kan de Visdieven veel zoektijd besparen. In de broedkolonie in Zeebrugge is eveneens facilitatie van de voedselbeschikbaarheid door veerboten vastgesteld (pers. med. E. Stienen, IN Brussel). Hier foerageren vaak honderden (gemiddeld 250 in 1998 en 1999) Visdieven achter aanmerende veerboten. Dit betreft vooral veerboten met Jet-motoren.

In 2002 hebben meer zee- en binnenvaartschepen in de westelijke Westerschelde gevaren dan in 1995 (pers. med. Commissie Langetermijnvisie Schelde Estuarium). Achter 26% van deze zee- en binnenvaartschepen foerageerden in 2002 Visdieven. Het beeld is daarbij ontstaan (figuur 13) dat Visdieven een ’uitstapje’ maakten naar de schepen, wanneer die het foerageergebied passeerden. Grote sterns en Dwergsterns foerageerden nauwelijks achter schepen. Door de verwachte verdere toename van het aantal scheepvaart-bewegingen op de Westerschelde kan, bij een gelijkblijvend percentage foeragerende sterns, het aantal foeragerende sterns achter deze schepen nog verder toenemen. Momenteel leveren deze schepen echter een marginaal aandeel in de voedselverstrekking van de Visdieven van naar schatting 0,2% van het benodigde voedsel. Waarschijnlijk zijn en blijven de zee- en binnenvaartschepen daarmee van marginaal belang voor de Visdieven. Het is echter mogelijk dat een aantal aannames, die tot deze schatting hebben geleid, onjuist blijken te zijn. Van deze sterns zijn geen foerageerprotocollen gemaakt, noch is de tijd gemeten dat ze achter een schip blijven foerageren. Mogelijk kan hieraan in een vervolgonderzoek aandacht worden besteed. Wanneer dan blijkt dat het foerageersucces van de Visdieven achter deze schepen hoger

is en de foerageertijd langer (en/of de zoektijd lager), dan kan het toenemende scheepvaartverkeer een positief effect hebben op de Visdief.

4.2. CONCLUSIES

Hieronder volgt een overzicht van de conclusies die over de verspreiding en het foerageergedrag van de sterns kunnen worden getrokken.

- Voor de verspreiding van de Dwergstern in het foerageergebied is volgens de modelanalyse vooral de afstand ten opzichte van de kolonie van belang, evenals in mindere mate het getij en de (maximale en minimale) diepte. De stroomsnelheid en het doorzicht hebben geen significant effect op het aantal foeragerende Dwergsterns in de gegevens.
- Het model vond geen verband tussen de verspreiding van foeragerende Visdieven en de abiotische factoren, waarschijnlijk doordat Visdieven opportunistisch foerageren: ze kunnen snel anticiperen op veranderende voedselomstandigheden, zoals bijvoorbeeld achter veerboten en andere schepen, en zijn minder afhankelijk van specifieke abiotische omstandigheden. Ook zijn de verspreidingsgegevens op kilometerhok basis te grof voor een dergelijke modelbenadering.
- Het getij lijkt in het Deltagebied geen grote invloed te hebben op het foerageersucces van sterns. Foerageer- en vissucces van de Dwergstern en de Grote stern worden niet significant beïnvloed door het getij. Dit is evenwel gebaseerd op een beperkt aantal waarnemingen. Het getij is wel van invloed op de verspreiding van foeragerende Dwergsterns (model). De Visdief heeft een significant lager foerageersucces bij afgaand water dan bij hoogwater, maar de verspreiding van Visdieven (model) wordt niet beïnvloed door het getij.
- Het doorzicht in de Westerschelde is wel van belang voor het foerageersucces van sterns: de Dwergstern heeft een significant lager vis- en foerageersucces in water met een doorzicht van > 50 cm; de Visdief heeft een significant hoger vis- en foerageersucces in water met een doorzicht van > 180 cm; de Grote stern tenslotte heeft een (niet significant) lager vis- en foerageersucces in water met een doorzicht van < 50 cm. Het gemiddelde doorzicht in de Westerschelde is vanaf 1997 echter gehalveerd (van ongeveer 100 cm naar ongeveer 50 cm). Het is niet uitgesloten dat de baggerwerkzaamheden, die in 1997 zijn begonnen, op dit verminderde doorzicht van invloed zijn geweest.
- Dwergsterns hebben een voorkeur voor ondiepe wateren en Grote sterns voor diepe wateren. Beide sternensoorten vissen vooral in de hoogdynamische, meer turbulente ecotopen en op de grens met laagdynamische ecotopen. Wellicht is hun prooivis op dit grensgebied gemakkelijker te vangen. Visdieven hebben juist een voorkeur voor ondiepe, laagdynamische ecotopen, maar zijn verder vrij opportunistisch in de keuze van hun foerageerplaats.
- In 2002 was het broedsucces van de drie sternensoorten in de gehele Delta zeer laag. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door voedselgebrek, in combinatie met verhoogde predatiedruk en slechte weersomstandigheden. Het weer is daarmee een belangrijke abiotische factor, die in 2002 van invloed is geweest op de verspreiding en het broedsucces van de sterns.
- In 2002 zijn tweemaal zoveel foeragerende Visdieven aangetroffen rond het gebied van de baggerstortingen (Spijkerplaat en Schaar van Spijkerplaat) als in 1995. Hoewel dit verschil niet significant is, zou dit in combinatie met het relatief hoge aantal foeragerende Visdieven in troebel water erop kunnen duiden dat de baggerstortingen wel eens een lokaal positief effect kunnen hebben gehad op deze soort.

- Dwergsterns en Grote sterns foerageren nauwelijks achter veerboten. Op Visdieven hebben deze boten evenwel een grote aantrekkingskracht. Het foerageersucces van Visdieven achter de veerboten is veel hoger dan in het overige foerageergebied, hoewel dit verschil niet significant is. Het foerageren achter de veerboot levert de Visdieven waarschijnlijk een tijdsbesparing op: ze hoeven dan niet te zoeken naar alternatieve, goede visplekken. Achter de veerboten kan de populatie Visdieven van de westelijke Westerschelde 8,2% van zijn totale, maximale visbehoefte vangen.
- Grote sterns en Dwergsterns foerageerden nauwelijks achter zee- en binnenvaartschepen. Visdieven daarentegen zijn in 2002 achter 26% van deze schepen foeragerend waargenomen. Het foerageren achter deze schepen leverde naar schatting slechts 0,2% van het benodigde voedsel voor de gehele Visdievenpopulatie van de westelijke Westerschelde op. Daarmee zijn de zee- en binnenvaartschepen waarschijnlijk van marginaal belang voor de Visdief.

4.3. AANBEVELINGEN

1. Er is een hiaat in de kennis van de visverspreiding in het broedseizoen van de sterns en in de kraamkamerfunctie voor jonge vis van de Westerschelde (Hostens *et al*. 1996, Daan 2000, Maes 2000, Welleman *et al*. 2000, van Damme & van der Veer 2001, Welleman & Dekker 2001, de Fouw 2002). Dit kan met gericht onderzoek worden ondervangen. Het verdient sterke aanbeveling om bij een tweede vervolg (T2) niet alleen naar het foerageersucces te kijken, maar ook naar de verspreiding van prooivis. Dit kan worden bereikt door in het broedseizoen van de sterns op een aantal belangrijke foerageerplaatsen gestandaardiseerde visbemonsteringen uit te voeren (met bijvoorbeeld een zegen of een kornet).
2. Wanneer bij een volgend onderzoek stabielere, meer zeewaardige boten worden gebruikt, dan kunnen er vanaf deze boten bij rustig weer eventueel foerageerwaarnemingen midden op het water worden verricht. Wanneer bovendien meer meetapparatuur aan boord is, zoals dieptemeters, dan kan hiermee bruikbare, aanvullende informatie verzameld worden.
3. Zowel langs de zuidkust van de westelijke Westerschelde als op de Hooge Platen komen alle ecotopen voor. Bij een vervolgonderzoek kan de relatie tussen foeragerende sterns en deze ecotopen het beste worden onderzocht door in beide gebieden per ecotoop zowel geregelde sternentellingen te verrichten als foerageerprotocollen te maken. Ter markering van de overgang tussen een aantal moeilijk te onderscheiden ecotopen moeten dan wel van tevoren een aantal lange staken, boeien of andere merktekens geplaatst worden (m.b.v. GPS en eventueel dieptemetingen aan boord van een schip).
4. Met een herhalingsonderzoek naar het foerageergedrag van sterns kan de betrouwbaarheid van de foerageergegevens onderzocht worden. Hiermee kan de fluctuatie in foerageersucces (en de beschikbaarheid van prooivis) tussen jaren in kaart gebracht worden. Tevens kunnen eventuele trends worden aangetoond.
5. Wanneer gelijktijdig met het onderzoek naar het foerageergedrag van sterns, onderzoek wordt verricht naar groei en voedselsamenstelling van sternenkuikens in de Westerschelde, dan kan veel waardevolle extra informatie verzameld worden over de relatie tussen de aanwezigheid en de beschikbaarheid van prooivis voor sterns.
6. Door opnieuw het doorzicht te gaan meten in elk kwartaal op vaste plekken in de Westerschelde, kan een beter inzicht verkregen worden in de dalende trend bij Vlissingen.
7. In de toekomst verdient het de voorkeur om niet het maximum maar het gemiddelde aantal foeragerende sterns per kilometerhok te berekenen, omdat zo een betrouwbaardere vergelijking van verschillende jaren kan worden verkregen.

Overslag van baggerspecie in de geul ten zuiden van de Hooge Platen en ten westen van Nummer Een, juli 2002 (foto G. Doeglas).

LITERATUUR

Anonymus 1994. Calibratie en verificatie SCALDIS100. Rapport RIKZ/AB.839x, Rijkswaterstaat, RIKZ, Den Haag/ Middelburg.

Arts, F.A. & P.L. Meininger 1993. De broedpopulatie van de Dwergstern in Nederland in de 20e eeuw: een reconstructie. In: T.E. den Boer, F.A. Arts, R. Beijersbergen & P.L. Meininger (eds.). Actieplan Dwergstern. Actierapport Vogelbescherming Nederland 8: 7-16.

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, Middelburg/Culemborg.

Baptist, H. & P.L. Meininger 1984. Ornithologische verkenning van de Voordelta van Zuidwest- Nederland, 1975-1983. Rijkswaterstaat Deltadienst nota DDMI-83-19, Middelburg.

Beijersbergen, R.B. 1980. Vergelijking van de broedplaatsen van de verschillende soorten sterns. In: J.Beijersbergen, H.Doornekamp & J. Vaane (red.). J.Vijverberg en de vogels van de zuidkust van Schouwen. Sterna 24: 100-104.

Beijersbergen, R.B. & P.L. Meininger 1980. De functie van het Deltagebied als broedgebied voor sterns. In: J.Beijersbergen, H.Doornekamp & J. Vaane (red.). J.Vijverberg en de vogels van de zuidkust van Schouwen. Sterna 24: 79-99.

Beijersbergen, R.B. 1989. Dwergsterns op de Hooge Platen. Limosa 62: 99-100.

Boecker, M. 1967. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und nistökologie der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo L.*) und der Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea* Pont.). Bonn. Zool. Beitr. 18: 15-126.

Boer, T.E. den & R.B. Beijersbergen 1993. Biologie van de Dwergstern: een literatuuroverzicht. In: T.E. den Boer, F.A. Arts, R. Beijersbergen & P.L. Meininger (eds.). Actieplan Dwergstern. Actierapport Vogelbescherming Nederland 8: 17-25.

Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen 1992. Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis).* RIN-rapport 92/17. DLO-instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Brenninkmeijer, A., E.W.M. Stienen, M. Klaassen & M. Kersten 2002. Feeding ecology of wintering terns in Guinea-Bissau. Ibis 144: 602-613.

Cramp, S. (ed.) 1985. The birds of the western Palearctic 4. Oxford university Press, Oxford.

Daan, N. 2000. Deskstudie draagkracht Westerschelde voor jonge vis. RIVO-rapport C039/00, IJmuiden.

Damme, C.J.G. van & H.W. van der Veer 2001. The Nursery function of the Westerscheldt for fish and crustaceans. Rapport NIOZ, Texel/Den Burg.

Dauwe, B. 2001. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'. MOVE-rapport 6. Samenvatting van de ontwikkelingen in de Westerschelde (tussenstand 2000). Rapport RIKZ/2001.025. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg

Dunn, E.K. 1972. Studies on terns, with particular reference to feeding ecology. Ph.D. thesis Durham University, Durham.

Fasola, M. & G. Bogliani 1990. Foraging ranges of an assemblage of Mediterranean seabirds. Colonial Waterbirds 13: 72-74.

Flint, E.N. & K.A. Nagy 1984. Flight energetics of free-living Sooty Terns. Auk 101: 288-294.

Fouw, J. de 2002. Relatie tussen sterns en hun prooivissen in de westelijke Westerschelde in 2002. Stageverslag Van Hall-instituut Leeuwarden/Altenburg & Wymenga, Veenwouden.

Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer 1982. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 8/II. Akademische Verlaggesellschaft, Wiesbaden.

Hoekstein, M.S.J. 1996. Broedbiologie en voedsel van de Dwergstern. Graspieper 96: 106-111.

Hostens, K., J. Mees, B. Beyst & A. Cattrijsse 1996. Het vis- en garnaalbestand in de Westerschelde: soortensamenstelling, ruimtelijke verspreiding en seizoenaliteit (periode 1988-1992). Intern Rapport van Universiteit Gent voor Rijkswaterstaat, Directie Zeeland.

Jansen, M.P.H. 1997. Bouw, calibratie en verificatie SCALWEST. Rapport 97420/1011, ingenieursbureau Svasek B.V., Middelburg.

Jansen, M.P.H. 1998. Afbouw SCALWEST modellen t.b.v. project verdieping. Rapport 98165/1041, ingenieursbureau Svasek B.V., Middelburg.

Jong, S. de, P. van Heteren, N. Houtekamer & C.J. van Westenbrugge 1995. Effecten van de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde op de gebieden die onder de Natuurbeschermingswet vallen. Nota AX 95.043/RVO. Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Middelburg.

Klein, A.W.O. & J.T. van Buuren 1992. Eutrophication of the North Sea in the Dutch coastal zone 1976-1990. Report WS-92.003. Rijkswaterstaat, Den Haag.

Komdeur, J., J. Bertelsen & G. Cracknell 1992. Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB Special publication 19. IWRB, Slimbridge.

Kraker, C. de & P.J.T. Derks 2002. Verslag Hompelvoet/Markenje 2002. Bureau Sandvicensis, Burgh-Haamstede/Bewakersverslag Staatsbosbeheer.

Lefèvre, F. & B. Kornman 2002. Pilotonderzoek naar de gevolgen voor detroebelheid van speciestortingen in de Schaar van Spijkerplaat. Werkdocument RIKZ/AB/2001.830X. Rijks Instituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Maes, J. 2000. The structure of the fish community of the Zeescheldt estuary. Proefschrift Katholieke Universiteit Leuven, Leuven.

Meininger, P.L., C.M. Berrevoets & R.C.W. Strucker 1995. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 1994 met een samenvatting van 16 jaar monitoring 1979-1994. Werkdocument RIKZ OS-95.807X. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meininger, P.L., M.S.J. Hoekstein, S.J. Lilipaly, R.C.W. Strucker, P.A. Wolf 2002. Broedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2001. Rapport RIKZ/2002.020. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Meininger, P.L. & R.C.W. Strucker 2002. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2001. Rapport RIKZ/2002.021. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

MOVE, 1997. De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/43', beschrijving van trends in de fysische, biologische en chemische toestand. MOVE-rapport 1. Project MOnitoring Verdieping Westerschelde. Rapport RIKZ-97.049, Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RWS Directie Zeeland, Middelburg.

MOVE, 2001. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'. Plan van aanpak. MOVE-rapport 2. Project MOnitoring Verdieping Westerschelde. Rapport Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Middelburg.

Nadler, T. 1976. Die Zwergseeschwalbe *Sterna albifrons*. Ziemsen, Wittenberg.

Orbie, G. 1991. De Grote Stern *Sterna sandvicensis* nieuwe broedvogel voor België. Mergus 5: 3-12.

RIKZ 2001. Getijtafels voor Nederland 2002. Sdu Uitgevers bv, Den Haag

Rossaert, G., S. Dirksen, T.J. Boudewijn, P.M. Meire, T. Ysenbaert, E.H.G. Evers & P.L. Meininger 1993. Effects of PCBs, PCDDs and PCDFs on reproductive success, and morphological, Physiological and biochemical parameters in chicks of the Common Tern *Sterna hirundo*. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt/ Bureau Waardenburg, Culemborg/ Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

Safina, C. & J. Burger 1988. Ecological dynamics among prey fish, bluefish and foraging Common Terns in an Atlantic coastal system. In: J. Burger (ed.) Seabirds ans other marine vertebrates, pp. 95-173.Colombia University Press, New York.

Schmidt, R. & A. Siefke 1982. Investigations on reproductive performance of the Little Tern *Sterna albifrons*. Acta congressus internationalis ornithologicus 18 (2): 1169.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1992. Ecologisch profiel van de Visdief (*Sterna hirundo*). RIN-rapport 92/18, DLO- Instituut voor Bos- en Onderzoek, Arnhem.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1994. Voedselecologie van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*): onderzoek ter ondersteuning van een populatie dynamisch model. IBN-rapport 120. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1998a. Effects of food availability on population dynamics of the Sandwich Tern (*Sterna sandvicensis*). BEON rapport nr. 98-3, Den Haag.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1998b. Population trends in Common Terns *Sterna hirundo* along the Dutch coast. Vogelwelt 119: 165-168.

Stienen, E.W.M., P.W.M. van Beers, A. Brenninkmeijer, J.M.P.M. Habraken, M.H.J.E. Raaijmakers & P.G.M. van Tienen 2000. Refelections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in Sandwich Terns *Sterna sandvicensis*. Ardea 88: 33-49.

Taylor, I.R. 1983. Effect of wind on the foraging behaviour of Common and Sandwich Terns. Ornis scandinavica 14: 90-96.

Tulp, I., M.J.M. Poot, P.L. Meininger, C.M. Berrevoets & T.J. Boudewijn 2001. Aantalsontwikkelingen van watervogels in de Westerschelde. Bureau Waardenburg rapport nr. 01-045/ Werkdocument RIKZ OS 2001.825X. Rijks Instituut voor Kust en Zee, Culemborg/Middelburg.

Veen, J. 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.). Behaviour (Supplement) 20: 1-193.

Welleman, H.C., F. Brocken & I. de Boois 2000. Vergelijking dichtheden, groei en mortaliteit Westerschelde-Noordzee. Deelproject 2 uit studie "Kinderkamerfunctie Westerschelde". Eindrapportage. RIVO-Rapport C008/00, IJmuiden.

Welleman, H.C. & W. Dekker 2001. Variatie in visvangsten in de Westerschelde en overige kustwateren tijdens de Demersal Fish Surveys. RIVO-Rapport C007/01, IJmuiden.

Willemse, B. 2002. Toelichting ecotopenkaarten Westerschelde volgens ‘de Haan’. Interne memo, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

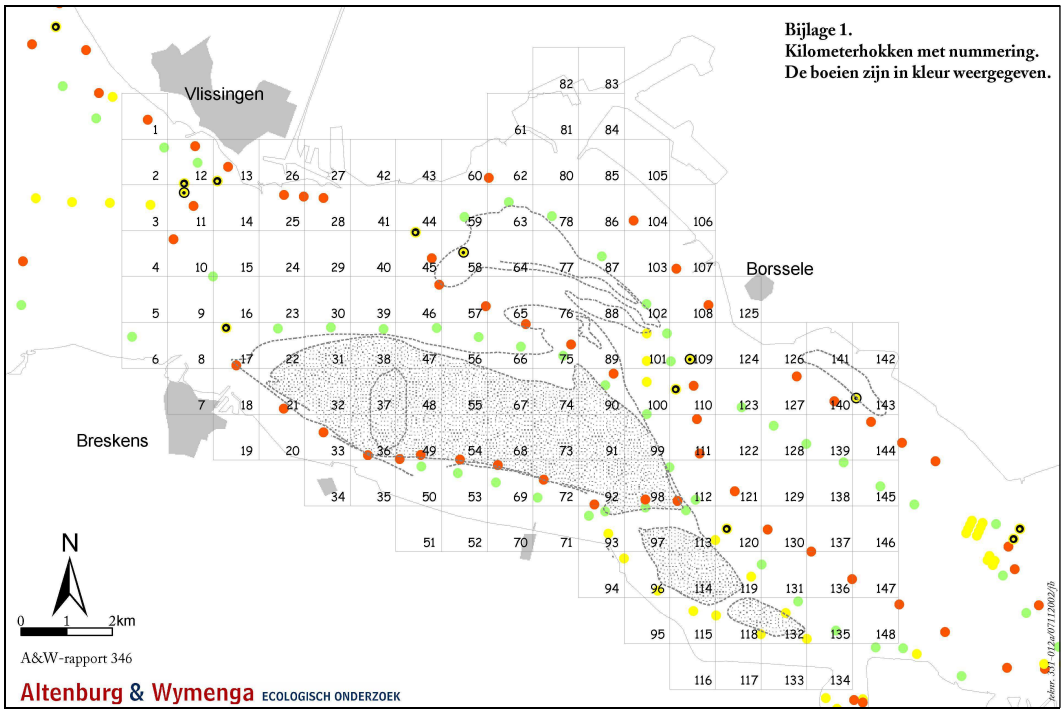
Geraadpleegde internetsite

http://www.scheldenet.nl/: scheepvaart, MOVE

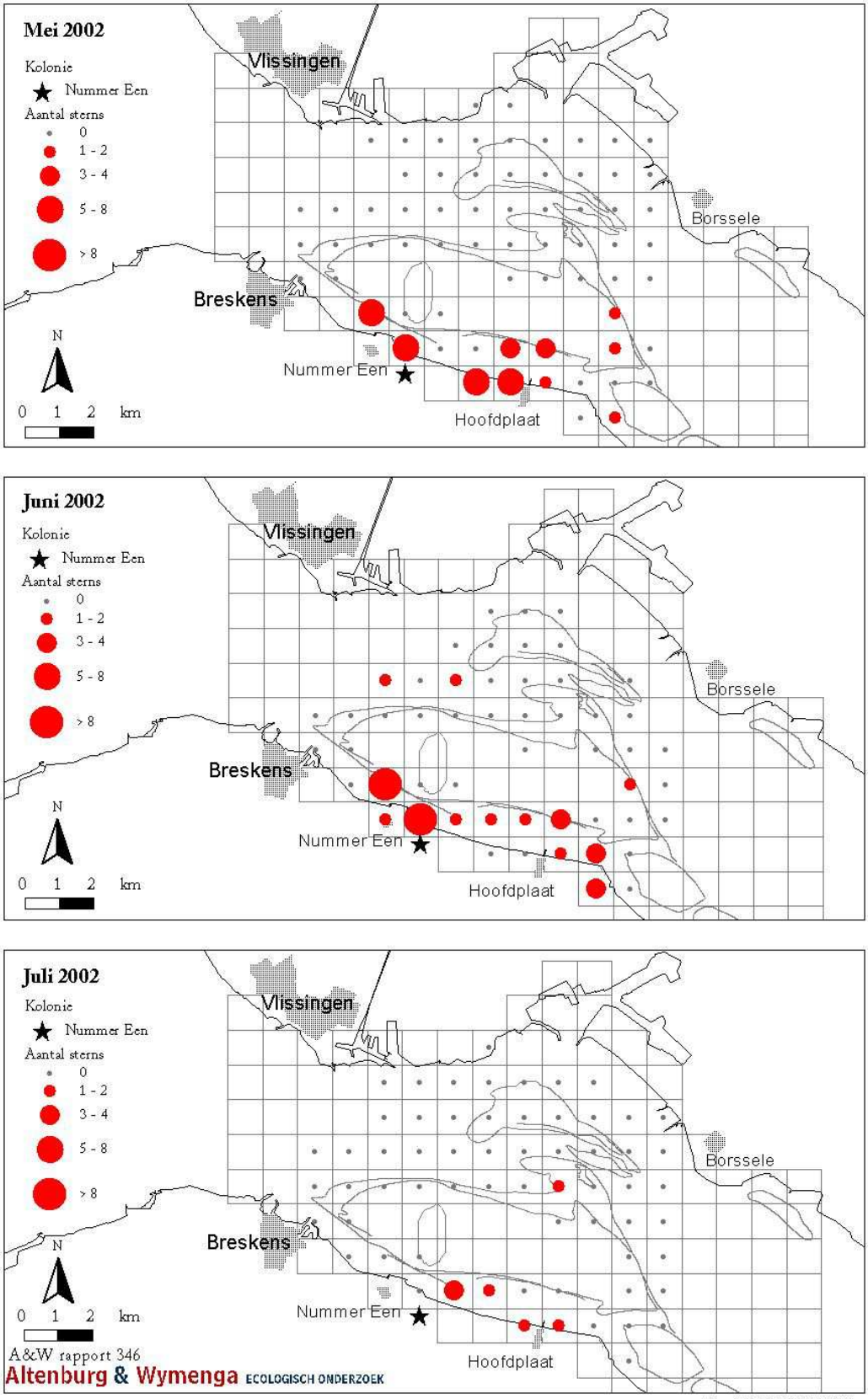
BIJLAGEN

BIJLAGE 1. OVERZICHTKAART (VELDKAART) WESTERSCHELDE MET KILOMETERHOKKEN

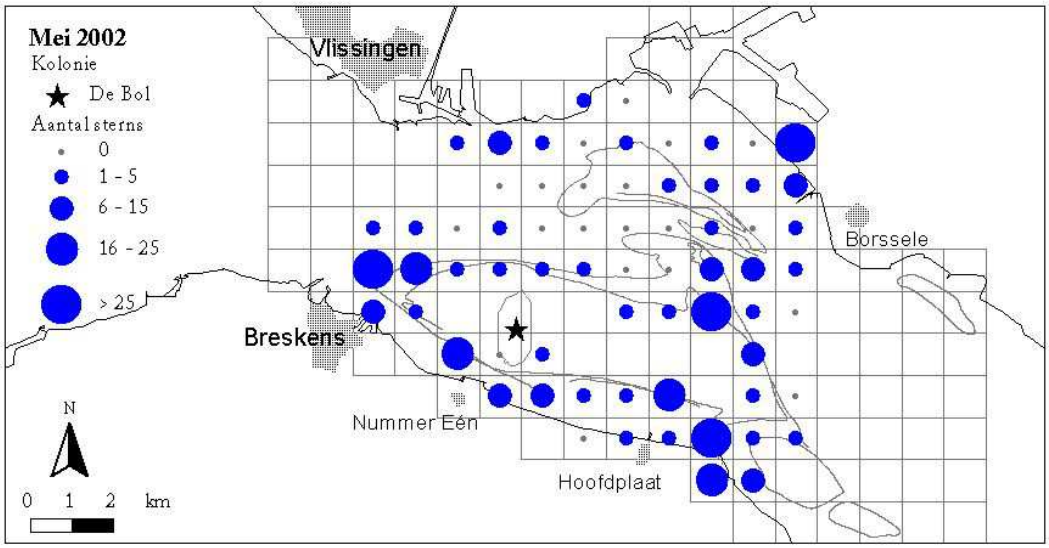
Gegevens over de ligging van vaargeulen en betonning zijn van RIKZ Middelburg afkomstig, en gebruikt bij het vervaardigen van deze veldkaart.

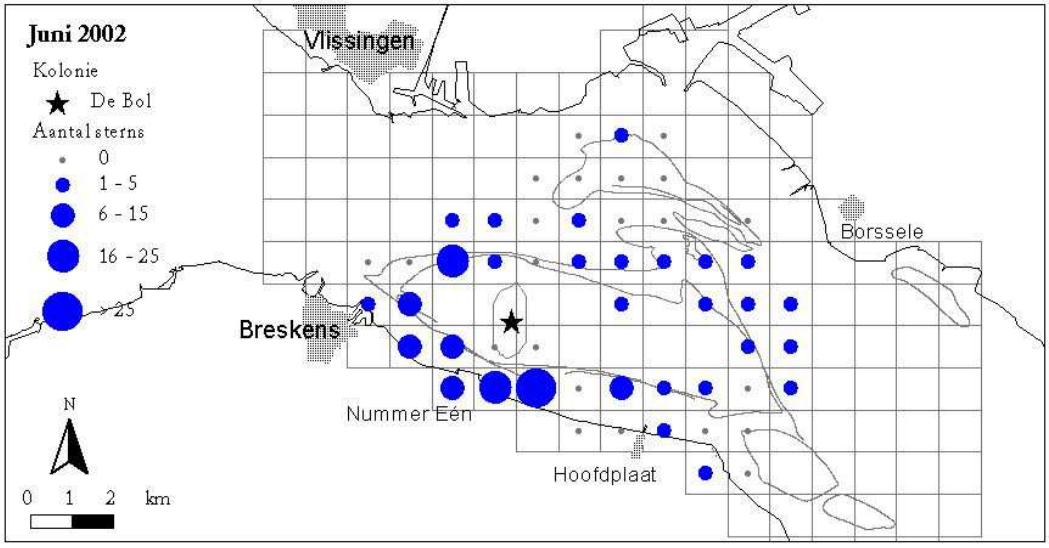


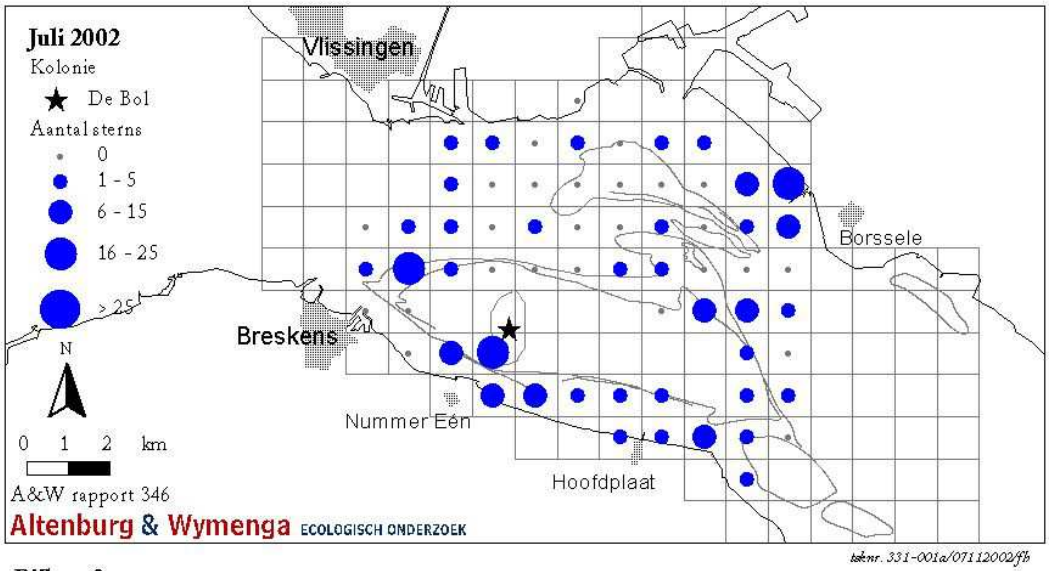
BIJLAGE 2. VERSPREIDING STERNS PER PERIODE



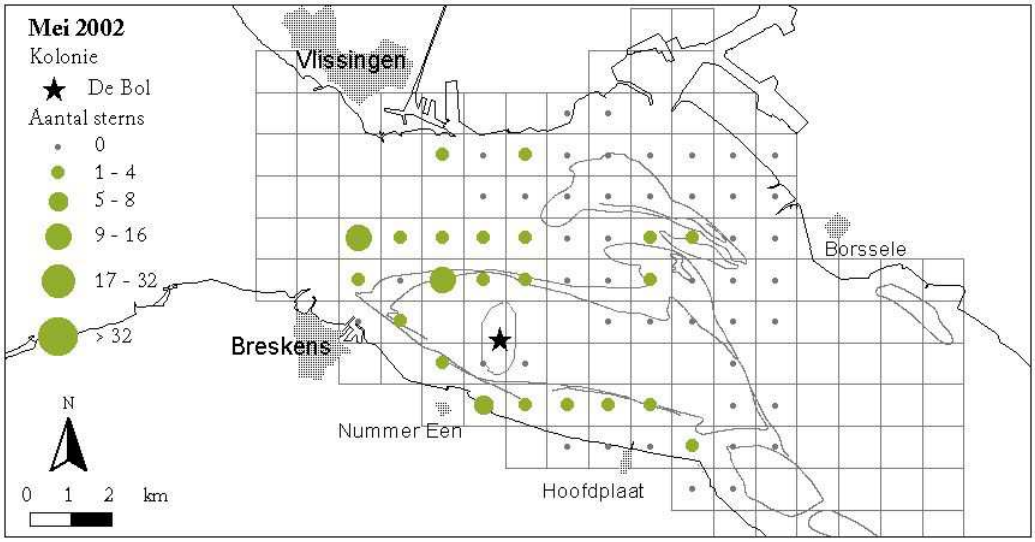
Bijlage 2.
Maximale aantal waargenomen Dwergsterns rond hoog water in de periodes mei, juni en juli 2002.

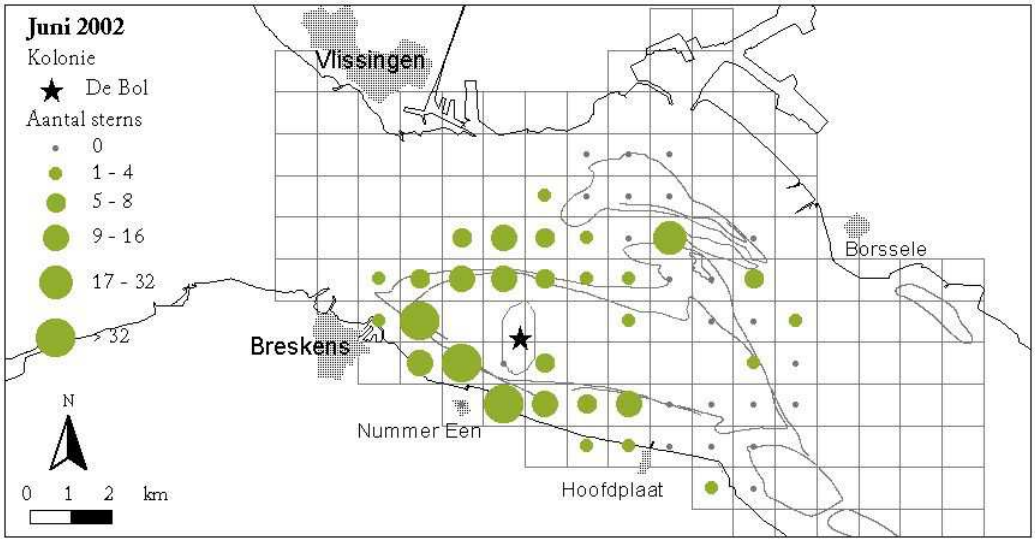


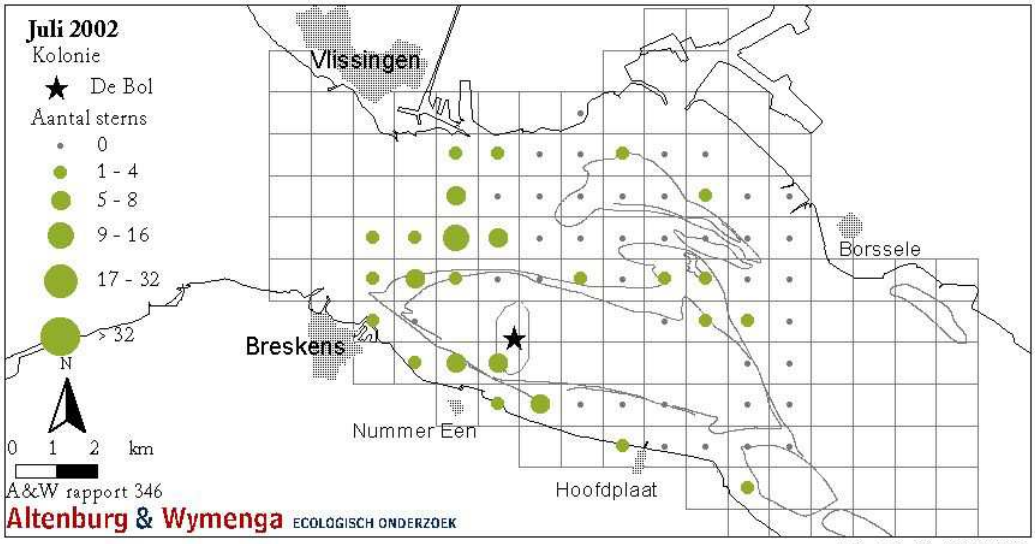




Bijlage 2.
Maximale aantallen waargenomen Visdieven rond hoog water in de periodes mei, juni en juli 2002.







Bijlage 2.
Maximale aantallen waargenomen Grote sterns rond hoog water in de periodes mei, juni en juli 2002.

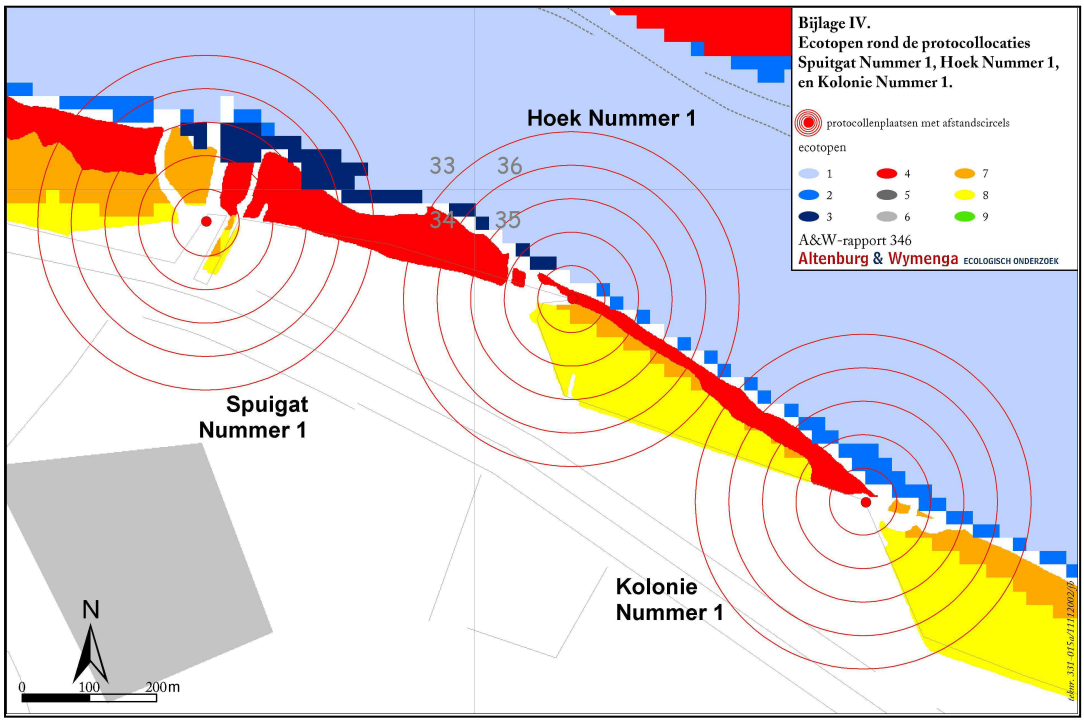
BIJLAGE 3. MODELGEGEVENS DWERGSTERN

Resultaten van de GLM procedure die de relevantie van de factoren aangeven voor een voorspelling van het aantal Dwergsterns.
De factoren zijn voor de toetsing opgenomen in het model als covariaten.
Significantie niveau *P<0,05; **P <0,01; ***P<0,001

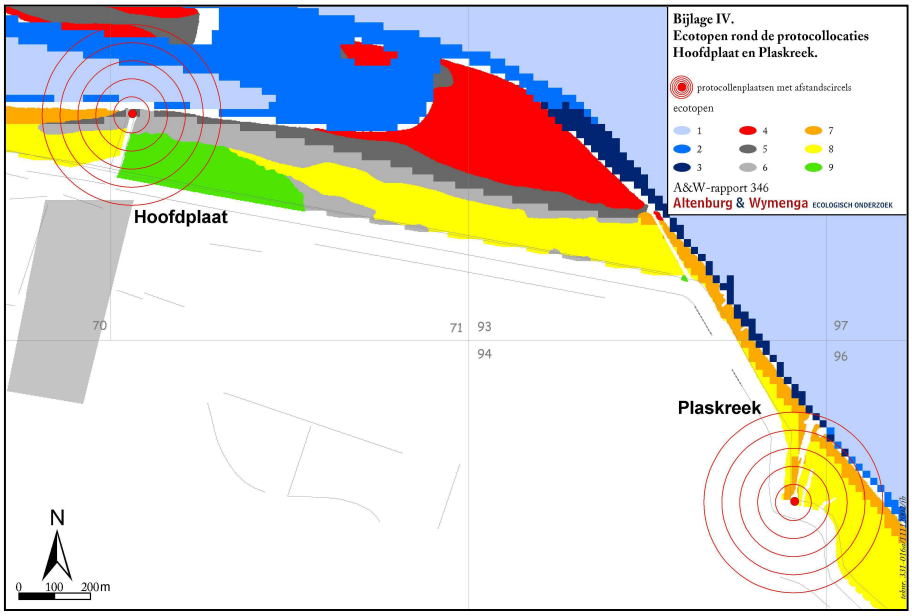
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
Factoren opgenomen	Afstand naar de kolonie	Afstand naar de kolonie Maximum stroming Minimum diepte	Afstand naar de kolonie Maximum stroming Maximum diepte	Afstand naar de kolonie Minimum diepte Getij	Afstand naar de kolonie Maximum stroming Maximum diepte Doorzicht	Afstand naar de kolonie Maximum stroming Maximum diepte Doorzicht & Getij
df	182 & 1	180 & 3	180 & 3	180 & 3	135 & 4	134 & 1
F-waarde corrigeerd model	28,048***	9,896***	13,955***	13,567***	13,955***	8,841***
Kracht /Power	1	0,998	1	1	0,999	1
R^2	0,129	0,127	0,171	0,175	0,184	0,227
		F-waarde en significantie				
Afstand naar de kolonie	28,048***	22,322***	40,628***	25,75***	40,628***	33,725***
Getij	-	-	-	9,750**	-	8,574**
Doorzicht	-	-	-	-	2,064	2,991
Minimum diepte	-	1,666***	-	0,599	-	-
Maximum diepte	-	-	12,216***	-	12,216***	9,579**
Maximum stroming	-	0,28	3,169	-	3,169	1,983
		Geschatte parameters				
Intercept	2,506	1,862	4,038	4,300	3,812	5,287
Afstand naar de kolonie	-0,0003896	-0,000362	-0,000495	-0,000375	-0,000495	-0,000565
Getij	-	-	-	-0,625	-	-0,715
Doorzicht	-	-	-	-	-0,00683	-0,00804
Minimum diepte	-	0,000431	-	-0,000219	-	-
Maximum diepte	-	-	-0,000467	-	-0,000467	-0,000536
Maximum stroming	-	0,0022	-0,0704	-	-0,0704	-0,00789

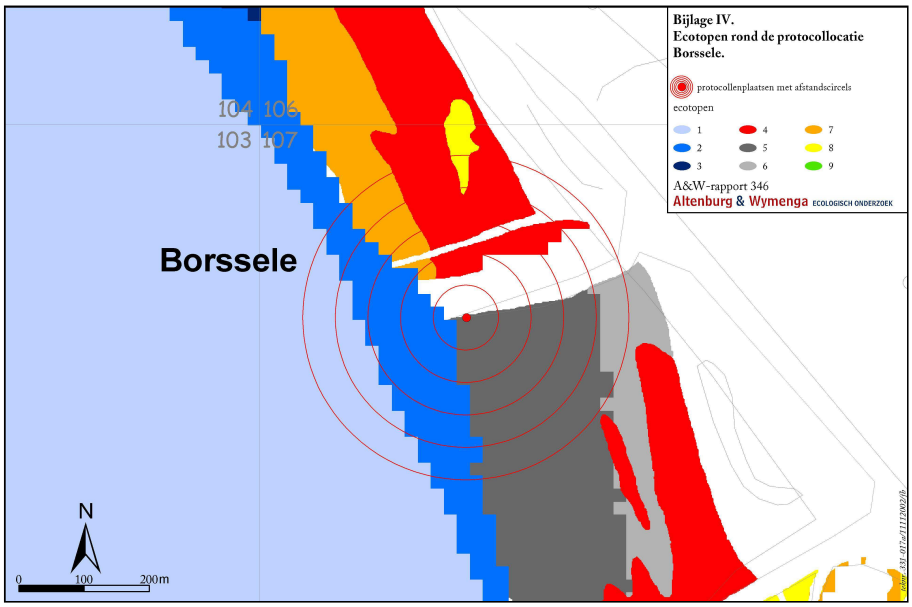
BIJLAGE 4. DETAILKAARTEN ECOTOPEN

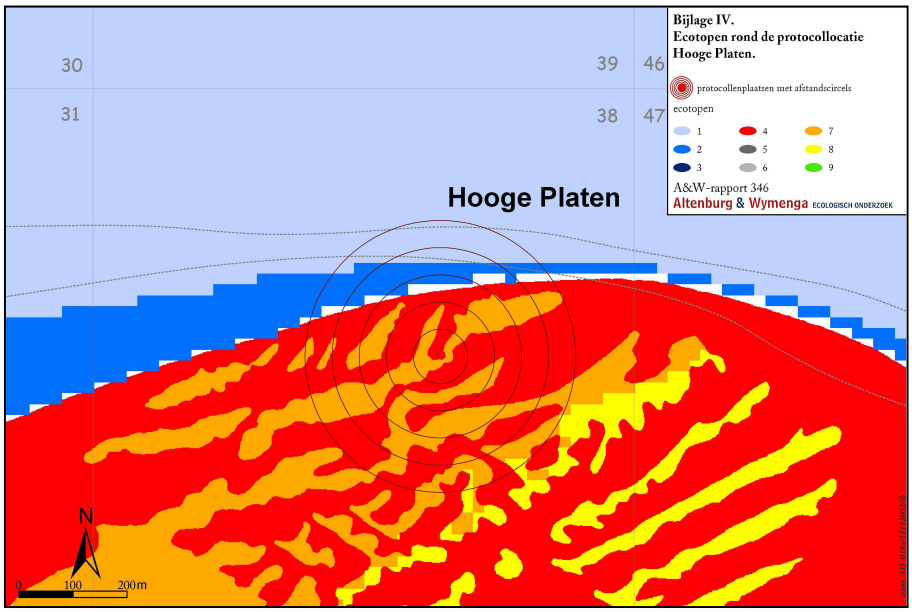
Op de volgende detailkaarten van de protocolleerlocaties (uitvergrotingen van de overzichtskaart figuur 4) wordt onderscheid gemaakt tussen negen verschillende ecotopen:
(1) Geul /diep water;
(2) Ondiep hoog dynamisch;
(3) Ondiep laag dynamisch;
(4) Litoraal hoog dynamisch;
(5) Laagdynamisch slibarm, onder NAP;
(6) Laagdynamisch slibarm, boven NAP;
(7) Laagdynamisch slibrijk, onder NAP;
(8) Laagdynamisch slibrijk, boven NAP;
(9) Schor.



A&W-rapport 346







BIJLAGE 5. VOEDSELSAMENSTELLING STERNS

Aantallen en grammen (met percentages) door foeragerende sterns gevangen prooien in de westelijke Westerschelde, gemeten tijdens de gedragswaarnemingen in mei, juni en juli 2002.

		Mei		Juni		Juli		Totaal	
Dwergstern									
Garnaal/vislarve	Aantal	10	29%	6	9%	3	13%	19	15%
	Gram	1,7	8%	1,0	2%	0,5	2%	3,2	3%
Zandspiering	Aantal	2	6%	8	12%	0	0%	10	8%
	Gram	4,4	20%	9,7	15%	0	0%	14,1	13%
Haring	Aantal	0	0%	4	6%	6	25%	10	8%
	Gram	0	0%	16,5	26%	7,6	31%	24,1	22%
Overige rondvis	Aantal	22	65%	49	73%	15	63%	86	69%
	Gram	15,7	72%	37,5	58%	16,4	67%	69,6	63%
Totaal	Aantal	34	100%	67	100%	24	100%	125	100%
	Gram	21,8	100%	64,7	100%	24,5	100%	111,0	100%
Visdief									
Garnaal/vislarve	Aantal	78	86%	14	35%	27	22%	119	47%
	Gram	25,1	60%	4,5	11%	8,7	8%	38,3	19%
Zandspiering	Aantal	1	1%	1	3%	0	0%	2	1%
	Gram	2,7	6%	1,1	3%	0	0%	3,8	2%
Haring	Aantal	0	0%	0	0%	37	30%	37	15%
	Gram	0	0%	0	0%	444,1	39%	44,1	22%
Overige rondvis	Aantal	12	13%	25	63%	58	48%	95	38%
	Gram	14,3	34%	36,2	87%	60,8	54%	111,3	56%
Totaal	Aantal	91	100%	40	100%	122	100%	253	100%
	Gram	42,1	100%	41,8	100%	113,6	100%	197,5	100%
Grote stern									
Garnaal/vislarve	Aantal	0	0%	1	4%	0	0%	1	2%
	Gram	0	0%	1,1	1%	0	0%	1,1	1%
Zandspiering	Aantal	0	0%	2	8%	1	5%	3	6%
	Gram	0	0%	7,9	9%	9,6	11%	17,5	10%
Haring	Aantal	0	0%	2	8%	9	41%	11	23%
	Gram	0	0%	7,9	9%	32,8	39%	40,7	23%
Overige rondvis	Aantal	1	100%	19	79%	12	55%	32	68%
	Gram	4,0	100%	75,2	82%	41,9	50%	121,1	67%
Totaal	Aantal	1	100%	24	100%	22	100%	47	100%
	Gram	4,0	100%	92,1	100%	84,3	100%	180,4	100%

A&W-rapport 346

BIJLAGE 6. TIJDSCHEMA 2002

Datum	Begin tijd	Eind tijd	Tijds duur	Plaats	Werkzaamheden
Ma 13-05-02	13:00	13:30	0:30	Veerboot	Protocolleren, tellen
Ma 13-05-02	14:00	20:00	6:00	Zuidoever Westerschelde	Verkennen, kwartier maken
Di 14-05-02	9:00	15:00	6:00	Nummer 1	Protocolleren, tellen
Di 14-05-02	15:30	18:30	3:00	Zuidelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (vissersboot)
Wo 15-05-02	8:45	10:45	2:00	Nummer 1	Protocolleren, tellen
Wo 15-05-02	11:15	14:15	3:00	Hoofdplaat	Protocolleren, tellen
Wo 15-05-02	15:00	20:00	5:00	Zuidelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (vissersboot)
Do 16-05-02	9:00	11:00	2:00	Plaskreek (oost Hoofdplaat)	Protocolleren, tellen
Do 16-05-02	12:00	13:00	1:00	Veerboot	Protocolleren, tellen
Do 16-05-02	14:30	18:30	4:00	Noordelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (vissersboot)
Do 16-05-02	19:30	20:00	0:30	Veerboot	Protocolleren, tellen
Ma 10-06-02	14:00	15:00	1:00	Borssele	Protocolleren, tellen, doorzicht
Ma 10-06-02	16:00	16:30	0:30	Veerboot	Protocolleren, tellen
Ma 10-06-02	17:00	19:30	2:30	Nummer 1	Protocolleren, tellen, doorzicht
Di 11-06-02	10:00	12:00	2:00	Nummer 1	Protocolleren, tellen, doorzicht
Di 11-06-02	13:00	17:00	4:00	Zuidelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (boot ZL)
Di 11-06-02	18:30	21:00	2:30	Hoofdplaat	Protocolleren, tellen, doorzicht
Wo 12-06-02	10:00	10:30	0:30	Spuigat (west Nummer 1)	Protocolleren, tellen, doorzicht
Wo 12-06-02	10:45	12:45	2:30	Nummer 1	Protocolleren, tellen, doorzicht
Wo 12-06-02	13:30	17:30	4:00	Veerboot	Protocolleren, tellen
Wo 12-06-02	17:45	19:45	2:00	Spuigat (west Nummer 1)	Protocolleren, tellen, doorzicht
Do 13-06-02	10:45	13:30	2:45	Nummer 1	Protocolleren, tellen, doorzicht
Do 13-06-02	14:00	17:30	3:30	Noordelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (boot ZL)
Do 13-06-02	18:00	18:30	0:30	Veerboot	Protocolleren, tellen
Di 18-06-02	14:00	18:00	4:00	Zuidelijke Westerschelde	Varen, vissen, doorzicht (vissersboot)
Ma 8-07-02	15:30	18:00	2:30	Borssele	Protocolleren (niks), vissen in ‘afvoergootje’
Ma 8-07-02	19:00	19:30	0:30	Veerboot	Protocolleren, tellen, doorzicht
Di 9-07-02	9:30	12:00	2:30	Nummer 1	Protocolleren, tellen, doorzicht
Di 9-07-02	12:30	16:30	4:00	Zuidelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (boot ZL)
Di 9-07-02	18:30	21:30	3:00	Spuigat (west Nummer 1)	Protocolleren, tellen, doorzicht
Wo 10-07-02	9:00	10:30	1:30	Plaskreek, Hoofdplaat, Nr 1	Protocolleren (niks), vissen (fuiken vissers)
Wo 10-07-02	10:30	11:30	1:00	Nummer 1	Protocolleren, tellen, doorzicht
Wo 10-07-02	11:45	12:45	1:00	Spuigat (west Nummer 1)	Protocolleren, tellen, doorzicht
Wo 10-07-02	13:30	17:30	4:00	Noordelijke Westerschelde	Varen, doorzicht meten, tellen (boot ZL)
Wo 10-07-02	18:30	21:00	2:30	Veerboot	Protocolleren, tellen
Do 11-07-02	9:30	12:30	3:00	Noordkant Hooge Platen	Protocolleren, tellen, doorzicht (boot ZL)
Do 11-07-02	12:30	15:30	3:00	Kolonie Hooge Platen	Kuikens meten en wegen (boot ZL)
Do 11-07-02	16:00	20:30	4:30	Spuigat (west Nummer 1)	Protocolleren, tellen, doorzicht
Vr 12-07-02	10:00	15:30	5:30	Zuidelijke Westerschelde	Varen, vissen, tellen, doorzicht (vissersboot)
Vr 12-07-02	16:00	16:30	0:30	Veerboot	Protocolleren, tellen

A&W-rapport 346

BIJLAGE 7. TOETSING FOERAGEER- EN VISSUCCES VS GETIJ, DOORZICHT EN ECOTOPEN

Foerageer- en vissucces van drie sternensorten tijdens verschillende getijfasen (deze twee pagina's), verschillende doorzichtklassen (volgende pagina's) en verschillende ecotopen (laatste pagina), tweezijdig getoetst met een Student's t-test. LW = Laag Water, OW = Opkomend Water, HW = Hoog Water, AW = Afgaand Water, df = totale aantal vrijheidsgraden, t = t-waarde en P = p-waarde.

Getij	df	t	P
Dwergstern			
Vissucces			
LW-OW	77	-0,13124	>0,80
LW-AW	46	0,43533	>0,60
OW-AW	91	0,84146	>0,40
Foerageersucces			
LW-OW	77	-0,49574	>0,60
LW-AW	46	-0,29042	>0,60
OW-AW	91	0,5131	>0,60
Visdief			
Vissucces			
LW-OW	42	-0,74428	>0,40
LW-HW	30	0,4056	>0,60
LW-AW	82	0,61768	>0,50
OW-HW	30	1,09281	>0,20
OW-AW	82	1,85839	>0,05
HW-AW	70	-0,11839	>0,50
Foerageersucces			
LW-OW	42	-0,63812	>0,50
LW-HW	30	-0,99454	>0,30
LW-AW	82	0,82789	>0,30
OW-HW	30	-0,48446	>0,60
OW-AW	82	1,91519	>0,05
HW-AW	70	2,38025	<0,05
Grote stern			
Vissucces			
LW-OW	31	-0,97441	>0,30
LW-AW	23	-1,01314	>0,30
OW-AW	48	0,7504	>0,40
Foerageersucces			
LW-OW	31	-0,86892	>0,30
LW-AW	23	-0,86825	>0,30
OW-AW	48	0,93121	>0,30

A&W-rapport 346

Tabel behorende bij figuur 9.
Vis- en foerageersucces van de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde in drie weken in resp. mei, juni en juli 2002, berekend per getijfase (LW = laag water, OW = opkomend water, HW = hoog water, AW = afgaand water). Vis- en foerageersucces en bijbehorende sd's zijn gecorrigeerd voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd). De bijbehorende se's zijn berekend volgens de formule se=sd/√n, waarbij N = aantal sternenprotocollen.

	LW	OW	HW	AW
Dwergstern				
N sternenprotocollen	17	62	0	31
Totale protocol tijd in uren (sec)	0:42:37 (2557)	3:14:55 (11695)	-	1:19:23 (4763)
N gevangen prooien	17	81	-	27
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	23,9±34,6/8,4	24,9±25,7/3,3	-	20,4±21,6/3,9
Totale prooimassa (g)	10,17	78,72	-	22,03
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	0,6±0,4	1,0±1,5	-	0,8±0,7
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	14,3±32,2/7,8	24,2±80,5/10,2	-	16,7±23,2/4,2
Visdief				
N sternenprotocollen	22	22	10	62
Totale protocol tijd in uren (sec)	1:14:03 (4443)	1:22:08 (4928)	0:29:20 (1760)	5:55:04 (21304)
N gevangen prooien	37	53	12	151
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	30,0±39,7/8,5	38,7±38,2/8,2	24,6±21,1/6,7	25,5±24,5/3,1
Totale prooimassa (g)	29,1	42,0	18,4	108,1
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	0,8±1,0	0,8±0,5	1,5±0,7	0,7±0,7
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	23,6±36,5/7,8	30,7±37,1/7,9	37,5±37,3/11,8	18,3±21,0/2,7
Grote stern				
N sternenprotocollen	4	29	0	21
Totale protocol tijd in uren (sec)	0:12:40 (760)	1:09:29 (4169)	-	0:53:11 (3191)
N gevangen prooien	1	30	-	16
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	4,7±11,0/5,5	25,9±42,7/7,9	-	18,1±25,5/5,6
Totale prooimassa (g)	4,0	121,6	-	54,7
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	4,0	4,1±2,2	-	3,4±2,1
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	18,6±43,3/21,7	105,0±195,2/36,3	-	61,9±96,2/21,0

Doorzicht	df	t	P
Dwergstern			
Vissucces			
<50 vs 51-90*	25	1,9985514	>0,05
<50 vs 91-179*	24	1,4282146	>0,10
<50 vs > 179*	31	0,9509467	>0,30
51-90 vs 91-179	49	-0,1296629	>0,80
51-90 vs > 179	56	-0,7348973	>0,40
91-179 vs > 179	55	-0,5697427	>0,50
Foerageersucces			
<50 vs 51-90*	25	1,907152	>0,05
<50 vs 91-179*	24	1,8829366	>0,05
<50 vs > 179*	31	0,3685185	>0,60
51-90 vs 91-179	49	0,5472634	>0,50
51-90 vs > 179	56	-0,293439	>0,60
91-179 vs > 179	56	-0,4702956	>0,50
Visdief			
Vissucces			
<50 vs 51-90	40	1,58518	>0,10
<50 vs 91-179	42	0,33378	>0,60
<50 vs > 179	43	-1,81731	>0,05
51-90 vs 91-179	22	-1,54525	>0,10
51-90 vs > 179	23	-2,6405	<0,002
91-179 vs > 179	25	-1,73747	>0,05
Foerageersucces			
<50 vs 51-90	40	0,69787	>0,40
<50 vs 91-179	42	1,54661	>0,10
<50 vs > 179	43	-1,93464	>0,05
51-90 vs 91-179	22	1,18572	>0,20
51-90 vs > 179	23	-2,01422	>0,05
91-179 vs > 179	25	-2,80243	<0,01
Grote stern			
Vissucces			
<50 vs 51-90	15	-1,7204956	>0,10
<50 vs 91-179	25	-0,728134	>0,40
<50 vs > 179	16	-0,4762685	>0,60
51-90 vs 91-179	26	1,32756	>0,15
51-90 vs > 179	17	1,43201	>0,15
91-179 vs > 179	27	0,2967565	>0,60
Foerageersucces			
<50 vs 51-90	15	-1,8231978	>0,05
<50 vs 91-179	25	-0,8819299	>0,30
<50 vs > 179	16	-0,8153981	>0,40
51-90 vs 91-179	26	1,3941555	>0,15
51-90 vs > 179	17	1,3991125	>0,15
91-179 vs > 179	27	0,208353	>0,80

*omdat de hoge opname in 'troebel' water gebaseerd is op slechts één individu, is dit een weinig betrouwbaar verschil.

A&W-rapport 346

Tabel behorende bij figuur 10.

Vis- en foerageersucces van de drie sternensoorten in de westelijke Westerschelde tussen mei en juli 2002, berekend per doorzichtklasse (in cm). Vissucces en foerageersucces en bijbehorende sd's zijn gecorrigeerd voor de tijdsduur van elk protocol ('gewogen' voor tijd). De bijbehorende se's zijn berekend volgens de formule se=sd/√n, waarbij N = aantal sternenprotocollen. Troebel water = <50cm, vrij troebel water = 51-90 cm, vrij helder water = 91-179 cm, helder water = ≥180 cm.

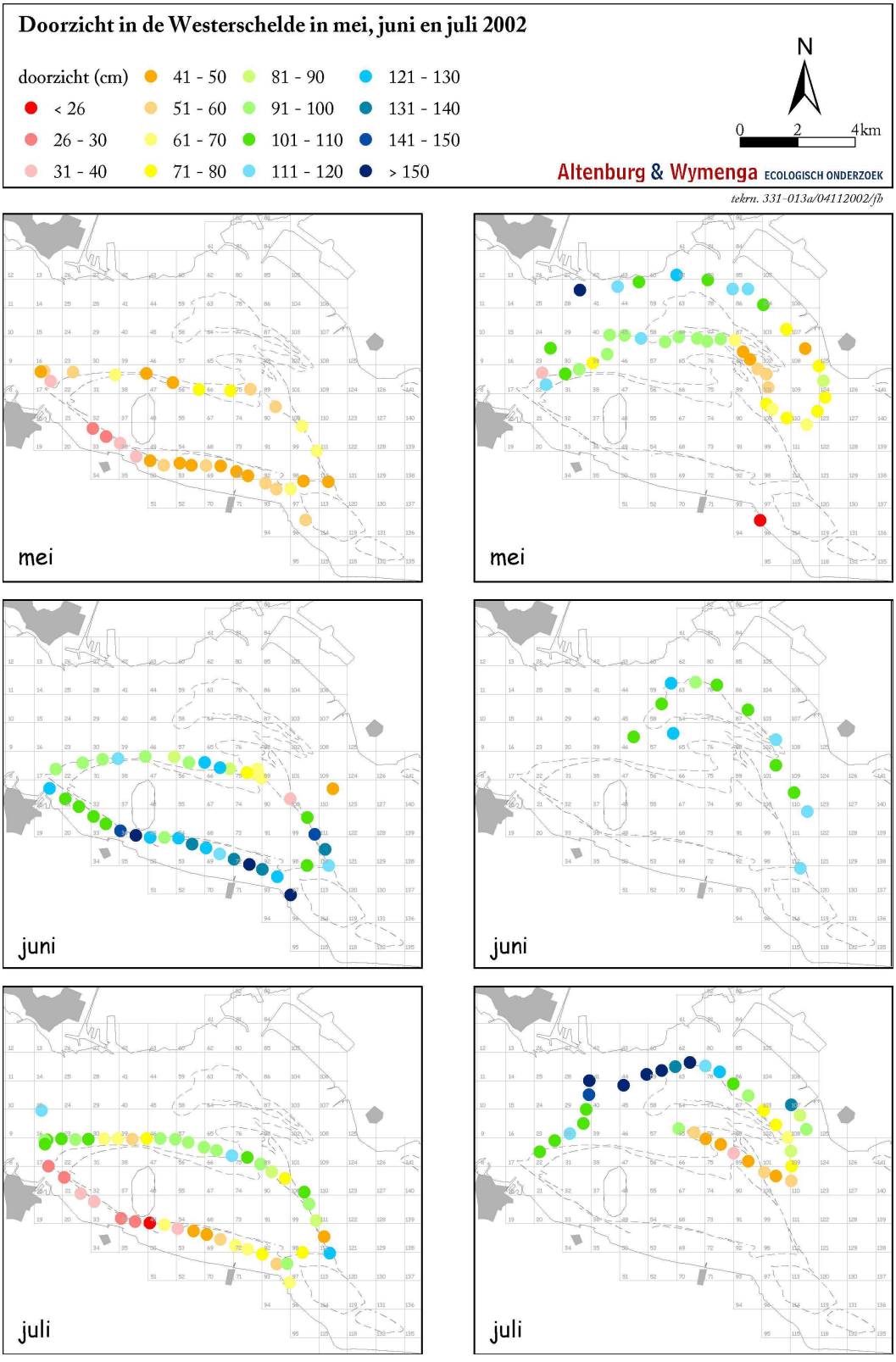
Doorzichtklassen	< 50 cm	51-90 cm	91-179 cm	≥ 180 cm
Dwergstern				
N sternenprotocollen	1	26	25	32
Totale protocol tijd in uren (sec)	0:04:22 (262)	1:11:29 (4289)	0:45:05 (2705)	1:02:34 (3754)
N gevangen prooien	5	29	19	32
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	68,7	24,3±21,8/4,3	25,3±29,8/6,0	30,7±39,4/7,0
Totale prooimassa (g)	6,1	29,8	15,1	34,5
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	1,2±1,0	1,0±0,8	0,8±0,8	1,1±2,1
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	84,4	25,0±30,6/6,0	20,1±33,5/6,7	33,1±137,2/24,3
Visdief				
N sternenprotocollen	31	11	13	14
Totale protocol tijd in uren (sec)	2:18:54 (8334)	1:07:45 (4065)	0:43:18 (2598)	0:49:43 (2983)
N gevangen prooien	52	9	14	35
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	22,5±29,5/5,3	8,0±9,8/3,0	19,4±22,8/6,3	42,2±42,0/11,2
Totale prooimassa (g)	44,9	15,0	5,3	32,5
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	0,9±0,5	1,7±1,1	0,4±0,2	0,9±1,1
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	19,4±27,4/4,9	13,3±15,8/4,8	7,4±7,9/2,2	39,2±40,2/10,7
Grote stern				
N sternenprotocollen	8	9	19	10
Totale protocol tijd in uren (sec)	0:21:35 (1295)	0:23:15 (1395)	0:41:19 (2479)	0:14:41 (881)
N gevangen prooien	5	18	17	5
Vissucces (prooi/uur) ± sd/se	13,9±26,1/9,2	46,5±47,4/15,8	24,5±37,5/8,6	20,4±30,9/9,8
Totale prooimassa (g)	14,1	76,9	64,5	19,8
Gemiddelde prooimassa (g) ± sd	2,8±1,5	4,3±2,1	3,8±2,5	4,0
Foerageersucces (g/uur) ± sd/se	39,3±84,5/29,9	198,5±233,1/77,7	93,1±162,2/37,2	80,9±122,4/38,7

Foerageer- en vissucces van drie sternensoorten in verschillende ecotopen (zie tabel 5), getoetst met een tweezijdige Student's t-test. Alleen de significante verschillen zijn hier weergegeven; alle overige vergelijkingen waren niet significant; df = totale aantal vrijheidsgraden, t = t-waarde en P = p-waarde.

Getij	df	t	P
Dwergstern			
Vissucces	-	-	ns
Foerageersucces	-	-	ns
Visdief			
Vissucces			
1/ 2 : 8	17	-3,7294584	< 0,002
3 : 8	56	-2,9545124	< 0,01
4 : 8	79	-2,7292193	< 0,01
5 : 8	11	-3,4375879	< 0,01
6 : 8	10	-2,6117373	< 0,02
7: 8	59	-2,0379354	< 0,01
Foerageersucces			
1/ 2 : 5	20	-2,8145391	< 0,005
1/ 2 : 6	19	-3,9064727	< 0,001
1/ 2 : 7	68	-1,9270683	< 0,05
1/ 2 : 8	16	-3,5410985	< 0,005
Grote stern			
Vissucces	-	-	ns
Foerageersucces	-	-	ns

A&W-rapport 346

BIJLAGE 8. DOORZICHT TIJDENS DE ZES VAARDAGEN



A&W-rapport 346