



Voedseleecologie en gedrag van overwinterende watervogels langs de Zeeschelde

Gunther Van Ryckegem, Nico De Regge en Erika Van den Bergh

Een methodologische studie

INBO.R.2006.28



Auteur:

Gunther Van Ryckegem, Nico De Regge en Erika Van den Bergh

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse overheid

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is ontstaan door de fusie van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN).

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

gunther.vanryckegem@inbo.be

Wijze van citeren:

Van Ryckegem, G., De Regge, N. & Van den Bergh, E. (2006). Voedseleecologie en gedrag van overwinterende watervogels langs de Zeeschelde: een methodologische studie INBO.R.2006.28. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Rapport in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie AMINAL, Afdeling Natuur.

Depotnummer: D/2006/3241/241

Rapportnummer: INBO.R.2006.28

ISSN: 1782-9054

Druk:

Managementondersteunende diensten van de Vlaamse overheid

Foto:

Ann Govaerts

Voedseleecologie en gedrag van overwinterende watervogels langs de Zeeschelde

Een methodologische studie

Gunther Van Ryckegem, Nico De Regge en Erika Van den Bergh



Agentschap voor Natuur en Bos

Leeswijzer

Het rapport begint, na een algemene inleiding, met een inventarisatie van de huidige kennis betreffende vijf watervogelsoorten in de Zeeschelde. Welke datasets zijn voorhanden die de huidige kennis van watervogels ondersteunen en wat weten we over de soorten. Hiervoor wordt voor elke soort een samenvatting gegeven over de huidige kennis betreffende hun overwinteringsstrategie en voedsel生态学 in het algemeen en specifiek voor de Zeeschelde. In een volgend hoofdstuk schetsen we de veelheid aan kennisleemten en formuleren we de bijhorende relevante beleidskaders. Vervolgens benaderen we de vraagstelling door een uitvoerige beschrijving te geven van de onderzoekstechnieken die mogelijk kunnen ingezet worden om een antwoord te formuleren op de kennislücken. Tenslotte worden een aantal onderzoeksstrategieën geformuleerd met beslissingsdiagrammen om tot de best toepasbare methode te komen.

Dankwoord

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie AMINAL, Afdeling Natuur.

Het project werd opgevolgd door een stuurgroep [Koen Devos (INBO), Peter Meininger (RIKZ), Patrick Meire (UA), Joost Reyniers (AMINAL), Walter Roggeman (KBIN), Eric Stienen (INBO), Peter Symens (Natuurpunt), Ingrid Verbesseren (INBO), An Wouters (AMINAL) en Tom Ysebaert (NIOO)] en verder inhoudelijk aangevuld door discussies met verschillende collega's [Anny Anselin, Geert Spanoghe, Alexander Van Braeckel]. We zijn erkentelijk tegenover de vele experts die bereid waren te antwoorden op gestelde vragen (zie appendix 1).

Inhoudsopgave

Leeswijzer.....	4
Dankwoord.....	4
SAMENVATTING	4
SUMMARY.....	6
1 CONTEXT	8
2 BELEIDSKADER.....	9
3 VRAAGSTELLING.....	10
4 ACHTERGROND.....	11
4.1 HET STUDIEGEBIED	11
4.2 BESTAANDE DATASETS	13
4.3 KENNIS OVER DE DOELSOORTEN	16
4.3.1 <i>Methode</i>	16
4.3.2 <i>Bergeend – Tadorna tadorna</i>	17
A De populatie en overwintering.....	17
B De trend en status van de soort in de Zeeschelde.....	19
C Voedselkeuze en foerageergedrag	21
Algemeen	21
Zeeschelde	22
4.3.3 <i>Wintertaling – Anas crecca</i>	23
A De populatie en overwintering.....	23
B De trend en status van de soort in de Zeeschelde.....	24
C Voedselkeuze en foerageergedrag in het overwinteringsgebied.....	26
Algemeen.....	26
Zeeschelde	28
4.3.4 <i>Krakeend – Anas strepera</i>	29
A De populatie en overwintering.....	29
B De trend en status van de soort in de Zeeschelde.....	30
C Voedselkeuze en foerageergedrag in het overwinteringsgebied.....	32
Algemeen	32
Zeeschelde	32
4.3.5 <i>Pijlstaart – Anas acuta</i>	34
A De populatie en overwintering.....	34
B De trend en status van de soort in de Zeeschelde.....	36
C Voedselkeuze en foerageergedrag in het overwinteringsgebied.....	37
Algemeen.....	37
Zeeschelde	38
4.3.6 <i>Tafeleend – Aythya ferina</i>	39
A De populatie en overwintering.....	39
B De trend en status van de soort in de Zeeschelde.....	41
C Voedselkeuze en foerageergedrag in het overwinteringsgebied.....	43
Algemeen	43
Zeeschelde	44
5 DE ONDERZOEKSTECHNIEKEN – BESPREKING EN EVALUATIE	45
5.1 VANGTECHNIEKEN	45
5.1.1 <i>Kanonnet</i>	45
5.1.2 <i>Fuik systemen</i>	46
5.1.3 <i>Mistnetten</i>	46
5.1.4 <i>Eendenkooi</i>	46
5.2 DIEETONDERZOEK.....	48
5.2.1 <i>Observatie</i>	48
A Veldobservatie.....	48
B Video-observatie in het veld.....	48
C Voedselbemonstering op foerageerplaatsen	48
5.2.2 <i>Gastro-manipulatieve technieken</i>	49
A Direct onderzoek van spijsverteringsstelsel.....	49
B Kropspoeling en braakmiddelen	49

Kropspoeling.....	49
Emetica (braakmiddelen).....	50
5.2.3 <i>Indirecte onderzoekstechnieken</i>	51
A Scatologie.....	51
Verzamelen van feces.....	51
Microscopische studie feces.....	51
B Radio-isotoop labelen.....	52
C Stabiele isotoop analyse.....	52
Piloot project.....	55
D Electroforetische detectie van voedsel isoenzymen.....	58
E kwantitatieve vetzuuranalyse om de dietsamenstelling te schatten.....	58
F PCR- gebaseerde technieken - moleculaire scatologie.....	58
5.2.4 <i>Experimenteel dieetonderzoek</i>	59
A Microkosmos.....	59
B Exclosures.....	60
5.3 FOERAGEERGEDRAG.....	61
5.3.1 <i>Tijdsbudgettering</i>	61
5.4 TERREINGEBRUIK.....	62
5.4.1 <i>Tellingen</i>	62
A Boottellingen vs vliegtuigtellingen - observaties.....	62
B Onbemande vluchten: Pegasus-project - VITO.....	62
5.4.2 <i>Bewegingsmonitoring</i>	63
A Observatie.....	63
Algemeen.....	63
Nachtkijkers.....	63
Warmte kijkers (Far infrared thermal imaging).....	64
B Radars als techniek om vogelverplaatsingen op te meten.....	64
C Radio-tracking.....	66
5.4.3 <i>Effecten van verstoring</i>	72
5.5 OVERWINTERINGSSTRATEGIE.....	73
5.5.1 <i>Kleurmerken</i>	73
5.5.2 <i>Kleurringen</i>	74
5.5.3 <i>Neusdiscs en neuszadels</i>	74
5.5.4 <i>Vleugel (patagiale) merkers</i>	75
5.5.5 <i>Radio-tracking</i>	76
5.5.6 <i>Satelliet-tracking</i>	76
5.6 MODELLERING.....	78
5.6.1 <i>Inleiding</i>	78
5.6.2 <i>Habitatmodellering – “Spatial models”</i>	78
A Sedimentkarakteristiek, droogvalduur en vogeldichtheden.....	78
B Habitatkarakteristieken, verstoring en vogeldichtheden.....	79
Satelliet technologie als hulpmiddel.....	79
C waterkwaliteit en vogeldichtheden.....	79
5.6.3 <i>Gedragsmodellering “Behaviour based models”</i>	80
A Voedselaanbod.....	80
B Voedselbeschikbaarheid.....	80
C Voedselkwaliteit.....	80
D Vogelpopulatie.....	80
E Voedselbehoefte vogel.....	80
F Foerageergedrag - verstoring.....	80
6 CONCLUSIES.....	81
6.1 ALGEMENE CONCLUSIES.....	81
6.2 CONCLUSIES OVER DE ONDERZOEKSTECHNIEKEN - AANBEVELINGEN.....	82
A Vangtechnieken.....	82
Algemene evaluatie.....	82
Aanbevelingen vangtechnieken:.....	82
B Dieetonderzoek.....	82
Algemene evaluatie.....	82
Aanbevelingen voor dieetonderzoek.....	83
C Foerageergedrag.....	86
Algemene evaluatie.....	86
Aanbevelingen onderzoek foerageergedrag.....	86

D	Terreingebruik.....	87
	Algemene evaluatie	87
	Aanbevelingen onderzoek terreingebruik.....	87
E	Overwinteringsstrategie	88
	Algemene evaluatie	88
	Aanbevelingen onderzoek overwinteringsstrategie.....	88
F	Modellering.....	89
	Algemene evaluatie	89
6.3	VOORSTEL ONDERZOEKSSTRATEGIE	89
6.3.1	<i>Uitwerking bestaande datasets</i>	89
6.3.2	<i>Schaalniveau benadering: een watervogelmodel als locomotief.....</i>	89
6.3.3	<i>Watervogels op de Zeeschelde: de internationale context.....</i>	92
7	LITERATUUR.....	93
8	APPENDICES.....	102
	Appendix 1: lijst van de geraadpleegde experts.....	102
	Appendix 2: radio en satelliet-tracking – lijst van de leveranciers	105
	Appendix 3: bergeend oefening.....	111

Samenvatting

Context, aanleiding en doelstelling

Deze methodologische studie kadert als piloot-project in het onderzoek- en monitoring programma van de Lange Termijn Visie voor het Schelde estuarium (LTV O&M). Het rapport is het resultaat van 6 maanden deskstudie.

De aanleiding tot deze studie is de vaststelling dat de resultaten van 13 jaar maandelijkse watervogeltellingen langs de Zeeschelde onweerlegbaar het regionale en internationale belang aantonen van het estuarium voor verschillende overwinterende watervogels. We begrijpen echter niet helemaal waarin dit belang precies schuilt en welke kenmerken van het estuarium daarvoor garant moeten staan. Deze kennis is nochtans van belang indien men veranderingen, al dan niet door de mens veroorzaakt, wil evalueren in de Zeeschelde. Dergelijke vraagstelling impliceert dus een wetenschappelijke onderzoeksstrategie die nauw aansluit bij de beleidsmatige noden.

De probleemstelling die aangekaart wordt in deze studie is complex en de aanpak vereist informatie vanuit verschillende onderzoeksdisciplines gaande van voedsel生态学, gedragsecologie, habitatgebruik, het volledige terreingebruik tot populatie turn-over van de vogels gedurende een seizoen.

Omdat het niet meteen duidelijk is welke de meest praktische, efficiënte en haalbare onderzoeksmethoden zijn om de complexe vraagstelling te beantwoorden, is het nodig een vergelijking en afweging van mogelijke technieken te maken. Bovendien is er nood aan een onderzoeksstrategie om de ecologische betekenis van de Zeeschelde voor overwinterende en doortrekkende watervogels te achterhalen.

Resultaten

Op grond van literatuuronderzoek en advies van experts worden de verschillende onderzoeksmethoden geëvalueerd en getoetst aan de specifieke situatie in de Zeeschelde en aan de vraagstelling. De haalbaarheid (tijdsinvestering, logistieke noden en financiële kant) en de verwachte resultaten van elk van de methoden worden in kaart gebracht. Vervolgens worden een aantal onderzoeksstrategieën geformuleerd vertrekkende vanuit de verzamelde kennis en een inventaris van bestaande datasets.

Een overzicht van de bestaande datasets en een samenvatting van de huidige kennis over vijf watervogelsoorten (bergeend, wintertaling, krakeend, pijlstaart en tafeleend) schetst de kennisstand per soort in het algemeen en voor de Zeeschelde in het bijzonder. Per soort evalueren we de nood aan bijkomend onderzoek. Vervolgens worden alle mogelijke onderzoekstechnieken kort besproken en geëvalueerd (hoofdstuk 5). Per behandelde onderzoeksdiscipline (vangtechnieken, dieetonderzoek, foeragegedrag, terreingebruik, overwinteringsstrategie en modellering) worden een algemene evaluatie en aanbeveling geformuleerd (Hoofdstuk 6).

Conclusies

1. Het opvolgen van habitats en soorten over lange tijdspannes is bijzonder waardevol. Dergelijke datasets vormen de basis van elk toekomstig onderzoek. Er moeten dan ook voldoende inspanningen geleverd worden tot het volhouden van de monitoringsinspanning van habitats, benthos en watervogels in de Zeeschelde.
2. De bestaande datasets moeten echter grondiger uitgewerkt worden. Sommige datasets bevatten mogelijks meer informatie dan tot nu toe gerapporteerd. Een verwerking van deze datasets (met o.a. GIS analyses) kan interessante inzichten opleveren.
3. Voor elk van de technieken die geëvalueerd wordt als potentieel interessant is het nodig om eerst een verkennende pilootstudie uit te voeren. Dit komt omdat géén van de voorgestelde technieken momenteel grondig geëvalueerd kan worden. Dit is omdat 1) de huidige kennis over de techniek te beperkt is; 2) we niet weten of de methode toepasbaar is op eenden; 3) we moeten testen of de techniek praktisch realiseerbaar is in de Zeeschelde door de specifieke fysische eigenschappen van het gebied (b.v. technieken die betrekking hebben op vangen, exclusures, telemetrie).
4. Er is prioritaire nood aan bewijs over het dieet van de eenden in de Zeeschelde. Bodemdieren (Oligochaeta) zijn vermoedelijk de meest belangrijke voedselbron maar dit moet direct vastgesteld worden.
5. Vooruitlopend op de veronderstelling dat benthos inderdaad de belangrijkste voedselbron is voor eenden in de Zeeschelde, is er nood aan kennis over de relatie tussen abiotische variabelen en het benthos.

Aanbevelingen – onderzoeksstrategie

De geformuleerde strategie gebruikt het watervogelmodel als figuurlijke locomotief om in een schaalniveau-benadering een aantal deelaspecten – deelonderzoekjes – als wagonnetjes aan te hangen. Op het eerste schaalniveau worden 3 werkhypotheses geformuleerd die vragen om een ruimtelijke modelbenadering. Een koppeling van gegevens via een GIS-systeem wordt hier naar voor geschoven als interessante methode. Op het eerste schaalniveau vertrekken alle analyses van beschikbare datasets die aangevuld worden door gegevens uit deelonderzoekjes. De drie voorgestelde werkhypotheses zijn:

- 1) er bestaat een duidelijke relatie tussen vogeldensiteit en specifieke sedimentkarakteristieken
- 2) er bestaat een duidelijke relatie tussen vogelaantallen en factoren die habitatkwaliteit bepalen (abiotiek – oppervlakte en morfologie van ecotopen, verstoring, nabijheid hoogwatervluchtplaatsen)
- 3) er bestaat een duidelijke relatie tussen vogeldensiteit en waterkwaliteit

Het onderzoeken van de overwinteringsstrategie vraagt om een internationale aanpak en een aantal onderzoekspistes over dit onderzoeksluik worden geformuleerd. Ze kunnen de internationale context van de Zeeschelde als overwinteringsgebied (Ramsar, Europese Richtlijnen) nader onderzoeken

De voorgestelde onderzoeksstrategieën resulteren in voorspellingsmodellen en schuiven watervogelonderzoek in de Zeeschelde naar voor als beleidsondersteunende instrumenten bij het evalueren van:

- de geplande verruiming en verdieping van de Schelde – toetsingscriteria Europese Richtlijnen (Vogel- en Habitatrichtlijn).
- compenserende en mitigerende maatregelen (Vogel- en Habitatrichtlijn).
- waterkwaliteitsveranderingen (Kaderrichtlijn Water).

Bovendien zullen de onderzoeksstrategieën deelresultaten aanleveren voor een beter inzicht in:

- de manier waarop instandhoudingsdoelstellingen kunnen gehaald worden (verhoging en behoud diversiteit, Europese Richtlijnen).
- de draagkracht van het Schelde estuarium.

De voorgestelde onderzoeksstrategieën vullen huidige kennisleemten op en leveren de beleidsmaker achtergrondinformatie die nodig is om te weten waar men op kan sturen (b.v. beperken van verstoring, inrichting en beheer van gebieden, netwerken van gebieden etc.).

Summary

Context and aims

This methodological study is the result of a 6 month desk study as part of the research and monitoring program embedded within the long-term vision for the Scheldt estuary (LTV O&M).

The need for this study results from the conclusion that, although results of long-term monthly monitoring of waterfowl show the regional and international importance of the Scheldt for wintering water birds, we still have little understanding on the precise key features of the estuary underlying this importance. Nevertheless this knowledge is important if we want to understand and evaluate anthropogenic and natural changes in the Scheldt estuary in relation to its function as waterfowl habitat.

The questions underlying this study are complex and need an interdisciplinary approach assembling information from various scientific fields (behavioural ecology, demographical ecology, estuarine ecology,...).

Because we don't know which approach would be the most efficient and tractable method to resolve these complex questions, we evaluate the different methodologies possibly clarifying the posed problems. Moreover, there is need for a strategic plan to investigate the ecological functions of the Scheldt for wintering and migrating birds.

Results

Based on a literature study and expert judgement we evaluate different research techniques. All methods are tested against the specific conditions in the Scheldt and against their ability to answer the specific research questions. The feasibility (time investment, logistic needs and financial consequences) and expected results of each method are summarized. Based on this knowledge different research strategies are formulated.

In chapter 4 a survey of the existing datasets in the Scheldt estuary and the current knowledge about five important water bird species (Shelduck, Common teal, Gadwall, Pintail and Pochard) is presented. Next all research techniques are discussed and evaluated (chapter 5). Each discipline (bird trapping, diet research, foraging research, habitat use, wintering strategy and modelling techniques) is evaluated in general and recommendations are formulated in chapter 6.

Conclusions

1. Long term datasets (bird counts, benthos spatials, habitat maps and characteristics,...) are extremely valuable; they form the basis for future research and should by all means be continued.
2. However, the existing datasets should be explored more thoroughly and interrelated. Some datasets were never reported before or can reveal more useful information. Some of the datasets should be explored and combined by use of a Geographic Information System.
3. For each promising technique listed a pilot study is necessary. This is because none of the techniques could be fully evaluated as 1) present knowledge is too limited; 2) the method was never tested before on ducks; 3) we must test whether the technique is practicable in the specific conditions posed by the Scheldt ecosystem (bird trapping techniques, exclosures, telemetry).
4. There is urgent need for direct observation on the diet of waterfowl in the Scheldt to model and monitor water birds. Benthos (Oligochaeta) are probably the main food source but this must be confirmed.
5. Anticipating on the assumption that benthos is indeed the main food source, there is need for knowledge on the relationship between abiotic variables and benthic organisms.

Recommendations – research strategy

The formulated research strategy uses a figurative locomotive to pull several smaller research studies as carriage in a flowchart approach. On the first level three work hypotheses are formulated. All ask for a spatial model approach. We propose to combine the datasets in a GIS-environment. The work hypotheses are:

1. There is a significant correlation between bird density and sediment characteristics

2. There is a significant correlation between bird density and habitat quality parameters (abiotic)
3. There is a significant relation between bird density and water quality

To investigate wintering strategy of waterfowl an international approach is needed. Some possible tracks are formulated.

Proposed research strategies will eventually result in models able to predict/evaluate to some extent effects of:

- deepening of the Scheldt (European Habitats and Species Directives)
 - mitigating and compensating measures (European Habitats and Species Directives)
 - water quality changes (European Water Framework Directive)
- on the functionality of the Scheldt in its international context as a wintering area for water birds (Ramsar, European directives).

Additionally the results will give us a better understanding of

- the way forward to reach the conservation objectives (European directives)
- The carrying capacity of the Scheldt estuary

The proposed research strategies fill the present gaps in our knowledge and supply the policy maker with background information.

1 Context

De uitgevoerde watervogeltellingen tijdens dertien opeenvolgende seizoenen op de Zeeschelde tonen het regionale en internationale belang van het estuarium voor verschillende overwinterende watervogels (Ysebaert et al., 2000; Van den Bergh et al., 2003, 2005). De belangrijkste soorten zijn wintertaling, kraakeend, pijlstaart, bergeend en tafeleend.

Het regionale belang van de Zeeschelde als overwinteringsgebied wordt benadrukt omdat een aanzienlijk deel van de Vlaamse winterpopulaties zich ophouden in de Zeeschelde. 50-60% van de wintertalingen; 30-40% van de kraakeenden en pijlstaarten; een variabel aandeel bergeenden (20-50% over de periode 1997-2005); en een variabele maar stijgende trend in het aantal tafeleenden (tot \pm 40-45% tijdens de winters 2001/02 & 2002/03).

In een internationale context betekent dit dat ongeveer 6% van de Noordwest-Europese populatie wintertaling en kraakeend langs de Zeeschelde overwintert. Voor de tafeleend steeg het internationale belang van de Zeeschelde tot 4% en ook voor de pijlstaart is de 1% norm¹ al verschillende malen overschreden.

Uit bovenstaande gegevens blijkt duidelijk het belang van de Zeeschelde als belangrijke schakel in de keten van waterrijke gebieden langs de Oost-Atlantische trekroute. We begrijpen echter nog steeds niet goed waarin dit belang precies schuilt en welke kenmerken van het estuarium daarvoor garant moeten staan. Om deze kennishiaten op te vullen is diepgaander onderzoek vereist naar de voedsel生态学, foerageergedrag, korte termijnverplaatsingen en turn-over van de eenden langs de Schelde (Van den Bergh et al., 2005).

Deze methodologische studie wordt uitgevoerd in opdracht van AMINAL afdeling Natuur en kadert als piloot-project in de Lange Termijn Visie (LTV) voor het Schelde-estuarium (Zanting & ten Thij, 2001) waarin een langlopend onderzoek- en monitoringsprogramma wordt gestart (LTV O&M). Een onderzoeksplatform moet nagaan in hoeverre er hiaten bestaan tussen het lopende monitoringsprogramma en de vragen die vanuit het beleid worden gesteld. Deze studie is een aanloop naar de formulering van een goed onderbouwd project dat een antwoord moet trachten te formuleren op de meest pertinente onderzoeksvragen met betrekking tot de ecologische betekenis van de Zeeschelde voor overwinterende en doortrekkende watervogels. Hiertoe worden op basis van een grondige literatuurstudie en een informatie ronde bij experts de meest efficiënte onderzoekstechnieken voor deze specifieke vraagstelling in dit specifiek studiegebied uitgezocht. Een onderzoeksproject naar watervogels in de Zeeschelde moet uiteindelijk naast soortspecifieke kennis over de voedsel生态学 en het overwinteringsgedrag een aanlevering zijn van betrouwbare informatie over de relatie tussen vogels, habitats en gangbare processen. Dergelijk onderzoek zal deelresultaten aanleveren voor verschillende beleidsvragen/doelen:

- Het opzetten van toetsingscriteria voor de arealen schorren en slikken. B.v. welke habitatfactoren zijn echt belangrijk en hoeveel van elk type is wenselijk, de kritische oppervlakte, biodiversiteit (Europese Richtlijnen).
- Het bijdragen aan verhoging en behoud van biodiversiteit van de Schelde en instandhoudingsdoelen (Europese Richtlijnen).
- Hoe moeten compenserende en mitigerende maatregelen eruit zien (Europese Richtlijnen).
- Een beter inzicht krijgen in de draagkracht van het Schelde-estuarium.
- Opvullen van kennisleemten voor de bestaande beleidsonderbouwende documenten (NOP) en tools (OMES, ...).

¹ 1% van de internationale populatiegrootte (totaal aantal individuen) van een watervogelsoort. Meest recente bijstelling: Delany & Scott (2002). Wetlands International. Volgens de Ramsarconventie is een gebied van internationaal belang als er regelmatig minstens 20.000 watervogels of 1% van de geografische populatie van een bepaalde soort voorkomen.

2 Beleidskader

De Zeeschelde is een ecosysteem onderhevig aan veranderingen al dan niet onder menselijke invloed. Om de impact van fysische of chemische effecten te evalueren ten aanzien van de Europese richtlijnen (Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en de Kaderrichtlijn Water (KRW)) en om de doelstellingen te evalueren zoals gesteld in de Lange Termijnvisie 2030 en geconcretiseerd in de Instandhoudingsdoelstellingen (IHD) is bij de beleidsmaker de nood groot om instrumenten te hebben die als toetsingscriteria kunnen gebruikt worden.

Dit rapport onderzoekt hoe een onderzoeksstrategie – met watervogels in de hoofdrol - ook een optimale input kan leveren als beleidsondersteunend instrument. Watervogels zijn één van de belangrijkste gebruikers van het Schelde ecosysteem. Ze zijn makkelijk waarneembaar en maatschappelijk aibaar. Bovendien staan ze bovenaan de voedselketen waardoor ze een signaalfunctie vervullen voor de algemene toestand van een systeem. Deze aspecten maken dat watervogels bijzonder geschikt zijn voor de toetsings van het beleid.

De voorgestelde onderzoeksstrategie werkt volgens een schaalniveau benadering waar op het eerste schaalniveau verkennende habitatmodellen worden ontwikkeld gebaseerd op bestaande data, aangevuld met gericht onderzoek. Deze verkennende modellen kunnen getest worden op relatief korte termijn en na evaluatie mogelijk verbeterd worden met gericht onderzoek.

De voorgestelde onderzoeksstrategieën hebben tot doel het ontwikkelen van voorspellingsmodellen. Deze modellen kunnen belangrijke hulpmiddelen zijn bij het opzetten van toetsingscriteria voor de arealen aan schorren en slikken, voor connectiviteitsvereisten en voor andere ecosysteemeigenschappen in het algemeen. De voorspellingsmodellen schuiven watervogelonderzoek in de Zeeschelde naar voor als beleidsondersteunende instrumenten bruikbaar bij het evalueren van:

- het mogelijke effect van areaal veranderingen door de geplande verruiming en verdieping van de Schelde. (Vogel- en Habitatrichtlijn).
- voorgestelde compenserende en mitigerende maatregelen (Vogel- en Habitatrichtlijn).
- voorspelde waterkwaliteitsveranderingen (Kaderrichtlijn Water).
- verhoging en behoud van diversiteit (Europese richtlijnen)
- de internationale context van de Zeeschelde als overwinteringsgebied (Ramsar, Europese Richtlijnen).

Bovendien zullen de onderzoeksstrategieën deelresultaten aanleveren voor een beter inzicht in:

- de manier waarop instandhoudingsdoelstellingen kunnen gehaald worden (verhoging en behoud diversiteit, Europese Richtlijnen).
- welke habitatfactoren belangrijk zijn, welk type habitat belangrijk is en globaal zal er een betere kennis verworven worden over de complexe relatie tussen fysische, biologische en chemische processen die de draagkracht van de Schelde bepalen.

3 Vraagstelling

Om te onderzoeken hoe watervogels kunnen ingezet worden als toetsingscriteria voor de implementatie van Europese richtlijnen (Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en de Kaderrichtlijn Water (KRW)) en om de doelstellingen te evalueren zoals gesteld in de Lange Termijnvisie 2030 en geconcretiseerd in de Instandhoudingsdoelstellingen (IHD) dringen zich een aantal vragen op waar kennis over nodig is. Deze kennis moet ons begrip over de sturende factoren en processen in de Schelde vergroten in relatie tot de aanwezigheid van overwinterende watervogels. De probleemstelling is complex en de aanpak vereist informatie vanuit verschillende onderzoeksdisciplines gaande van voedsel生态学, gedragsecologie, habitatgebruik, het volledige terreingebruik tot populatie turn-over van de vogels gedurende een seizoen.

Omdat het niet meteen duidelijk is welke de meest praktische, efficiënte en haalbare onderzoeksmethoden zijn om de complexe vraagstelling te onderzoeken, is het nodig een vergelijking en afweging van mogelijke technieken te maken. Bovendien is er nood aan een onderzoeksstrategie om de ecologische betekenis van de Zeeschelde voor overwinterende en doortrekkende watervogels te achterhalen.

De specifieke vragen zijn hieronder beschreven, de verschillende technieken die antwoorden kunnen geven op de vragen worden besproken in hoofdstuk 5.

Vraagstelling dieetonderzoek:

Welk voedsel wordt door de verschillende soorten gezocht (of geconsumeerd)? Blijft dit altijd hetzelfde?

Wat is de invloed van foerageren op de respectievelijke voedselbronnen? Wordt de draagkracht bereikt?

Vraagstelling Foerageergedrag:

In welk deel van de getij-cyclus wordt er gevoerageerd?

Waar foerageren de eenden (op welk substraat)

Zijn er verschillen tussen zoet en brak?

Verandert het foerageergedrag met de periode?

Welke foerageertechniek wordt gebruikt?

Vraagstelling Terreingebruik:

Relatie met binnendijkse gebieden

Hoever kunnen rust en foerageergebieden van elkaar liggen?

Wat is het effect van verstoring voor watervogels in relatie tot terreingebruik?

Vraagstelling Overwinteringsstrategie:

Komen dezelfde vogels jaar na jaar terug naar dezelfde gebieden in de Zeeschelde

Blijven ze gedurende langere periodes op dezelfde plaats (turn over)?

Verplaatsen ze zich binnen de Schelde in de loop van één winter?

Vraagstelling Modellering - Habitatgebruik:

Welke habitat typen/eigenschappen zijn essentieel voor de functies die de Schelde vervult voor watervogels?

Vormen eventuele trends die uit het historisch onderzoek en uit prognoses van effecten van waterkwaliteitsveranderingen en effecten die uit geplande verdiepingen voortvloeien een bedreiging voor deze functies?

Kunnen herstelmaatregelen hieraan verhelpen/bijdragen? Zijn er speciale aspecten in de inrichting van de herstelprojecten die deze functies kunnen versterken?

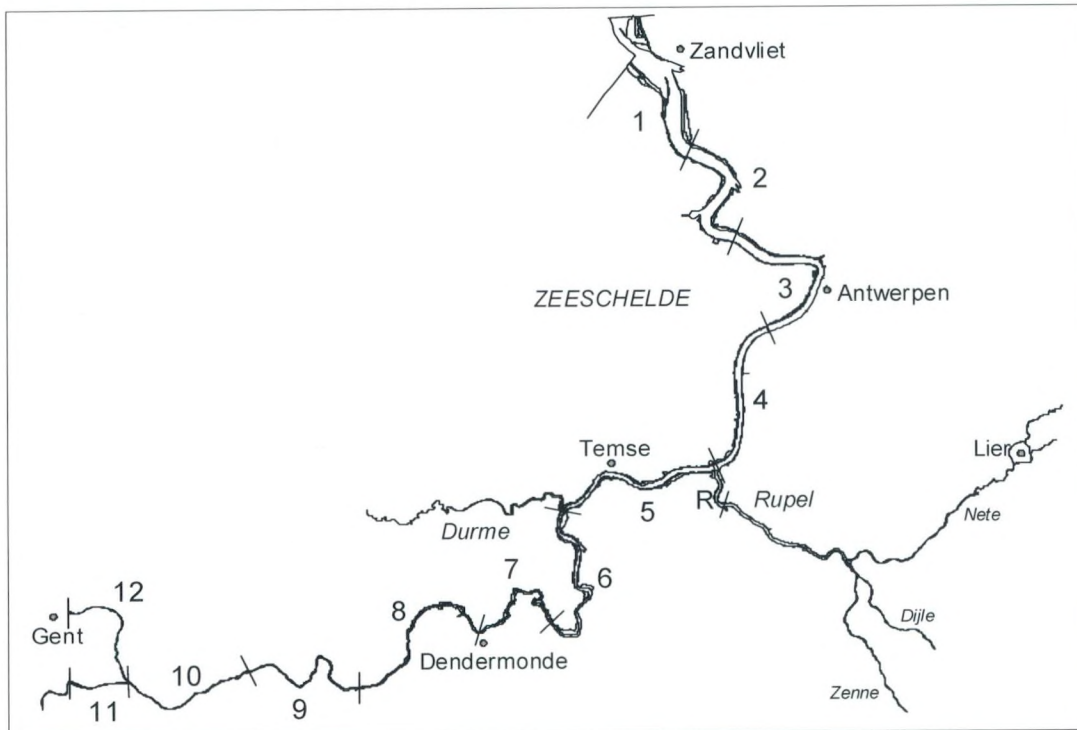
4 Achtergrond

4.1 Het studiegebied

Het estuarium van de Schelde (160 km) strekt zich uit van de monding in Vlissingen tot aan het sluiscomplex van Merelbeke (Gent), waar het getij gestopt wordt. De Westerschelde, het Nederlandse deel van het estuarium, heeft een meergeulensysteem met typische vloedscharen, ebgeulen, platen en slikken. Het is vooral foerageergebied voor benthivore steltlopers en bergeenden. Door de uitgebreide brakwaterschorren van Saeftinge is het eveneens internationaal belangrijk voor grauwe gans, smient en pijlstaart.

Stroomopwaarts de Belgisch/Nederlandse grens verandert de Zeeschelde, het Vlaamse deel van het estuarium, vrij snel in één enkele geul, al dan niet omzoomd met slikken en schorren. De Zeeschelde heeft een aslengte van ongeveer 100 km, maar ook de zijrivieren Durme en Rupel (met Nete, Dijle en Zenne) staan onder getij invloed en voegen samen nog 77 km toe aan het estuarium aan Vlaamse zijde. De breedte van de Zeeschelde varieert van ca. 50 m ter hoogte van de sluisen te Melle tot 1350 m aan de Belgisch-Nederlandse grens. De totale slik- en schoroppervlakte langs Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren bedraagt ongeveer 600 respectievelijk 750ha (Adriaensen et al, 2005), verspreid over enkele grote gebieden en vele kleine snippers. Aan de grens sluiten het Groot Buitenschoor, Schor Ouden Doel en Galgenschoor aan bij Saeftinge en het schor van Waarde. Het overgangsg gebied tussen brak en zoet verdween echter over een grote lengte onder de kademuren van Antwerpen en het havengebied. Verderop, tussen de Rupel en Dendermonde zijn grotere slik- en schorgebieden zoals Notelaer en Ballooi, het Stort, de Schorren van Branst en Sint-Amands, de Grote Wal en de Cramp van elkaar gescheiden door met breuksteen verharde dijken. Hier en daar zijn ze verbonden door rietkragen die zich ontwikkelden tussen de breukstenen. Voorbij Dendermonde resten nog 40 km vaargeul, geflankeerd door dijken met schaarse slikken en schorren en hier en daar stukjes rietkraag en wilgen.

Langsheen dit studiegebied worden de watervogels maandelijks geteld in verschillende transecten (zie details hoofdstuk 4.3). De afgebakende deelgebieden op Fig. 1 vormen een aggregatie van verschillende van deze kleinere transecten, welke tevens in grote lijnen overeenstemmen met de segmentindeling ten behoeve van de ecosysteem modellering van het Schelde-estuarium (OMES-segmenten) (Meire et al., 1997). Details over de verschillende deelgebieden zijn beschreven door Ysebaert et al. (1998, 1999).



Figuur 1. Kaart van de Zeeschelde met de belangrijkste deelgebieden aangeduid zoals gebruikt in dit rapport.

Deelgebied (**DG**) **1**: Groot Buitenschoor (RO), Grens (LO) – Liefkenshoek (LO), Lillo fort (RO); **DG2**: Liefkenshoek (LO), Lillo fort (RO) – Boereschans; **DG3**: Boereschans – Burcht kerk; **DG4**: Burcht kerk – Rupelmonding; **DG5**: Rupelmonding – Durmemonding; **DG6**: Durmemonding – Baasrode veer; **DG7**: Baasrode veer – Dendermonde ponton; **DG8**: Dendermonde ponton – Schoonaarde brug; **DG9**: Schoonaarde brug – veer Schellebelle; **DG10**: veer Schellebelle – begin ringvaart Melle ; **DG11**: ringvaart Melle – sluisen Merelbeke; **DG12**: ringvaart Melle – Gent; **R**: Rupelmonding – sas van Wintam

4.2 Bestaande datasets

Tabel 1. Overzicht van de verschillende datasets met betrekking tot watervogels en hun voedselbronnen (benthos)

Dataset	Instelling	Soort	Periode	Omschrijving	Beschikbaar
Algemene datasets					
Van den Bergh E. et al. (1998)	INBO	Water- vogels/ stelt- lopers	1980- 1997	Integratie in één dataset van vogeltelgegevens over de Beneden Zeeschelde uit verschillende bronnen (het Galgenschoor, het Groot Buitenschoor en het Paardenschor) voor de periode 1980-1997, om de effecten van de bouw en in gebruikname van de container terminals op overwinterende en doortrekkende vogelpopulaties na te gaan.	Ja, gerapporteerd
Rossaert Geert	UGent	Water- vogels	1989	De mogelijke effecten van veranderende waterkwaliteit op de aantallen vogels in de periode 1975-1989.	Scriptie; digitale data: nee
Watervogeltellingen	INBO	Alle water- vogels	1991- lopende	Sinds oktober '91 worden maandelijks watervogeltellingen uitgevoerd op de Zeeschelde. Er wordt bij laagwater geteld vanaf schepen. De volledige Zeeschelde wordt geteld in drie trajecten (Grens-Antwerpen; Antwerpen-Dendermonde; Dendermonde-Gent) tijdens drie opeenvolgende dagen.	Ja
Rossaert Geert	ECOLAS	Bergeend	1992- 1993	Activiteitenrapportage van bergeend op het Groot-Buitenschoor gedurende het winterseizoen.	M.E.R. Containerterminal-Noord; digitale data: ja
Beyen David	UA-INBO	Bergeend	1993- 1994	Voorkomen en foerageergedrag van bergeenden in relatie tot het voorkomen van benthos in drie slikgebieden (Groot Buitenschoor, slik voor de Kennedytunnel, slik te Branst-Mariekerke in een winterseizoen) (zie § 4.3.1)	Scriptie; digitale data: nee
Dethier Katleen	UGent- INBO	Winter- taling	1996- 1997	Verkennde studie naar het foerageergedrag bij de wintertaling in relatie tot voedselbeschikbaarheid op twee slikgebieden (Balooi & Notelaer) in de Zeeschelde. Wekelijkse gedragsobservatie van wintertalingen (nov. - april) en simultane benthosbemonstering. Foerageerpatronen en resultaten worden verder in dit rapport samengevat en besproken (zie § 4.3).	Scriptie; digitale data: nee
Caremans Sabine	UA-INBO	Winter- taling, Krakeend	1998- 1999	Voorkomen en gedrag van krakeend en wintertaling in 3 deelgebieden elk met eigen oeverlengte, habitattypologie langsheen een saliniteitsgradient met wisselende voedselbeschikbaarheid. Op basis van boottellingen op verschillende getijmomenten. (Kallo-Royersluis; Burcht-Rupelmonding; Temse- Durmemonding). Van elk deelgebied werd een gedetailleerde habitatkaart gemaakt in Arc-view. De	Scriptie; digitale data: ja + digitale habitatkaarten + veldnotities

Dataset	Instelling	Soort	Periode	Omschrijving	Beschikbaar
Habitat detailtellingen	INBO	Alle courante grondel-eenden (geen duik-eenden)	1998-1999	werkhypothese was dat de wintertaling voornamelijk foerageert op slik en de krakeend op steenbestorting. De dataset is ruimer en bruikbaar om meer informatie uit te halen dan vermeld in de scriptie. Uit activiteitenprotocols bij de krakeend bleek ook de sterke invloed van verstoring. In het winterseizoen (okt.-mrt.) werd het habitatype genoteerd voor wintertaling, krakeend, bergeend, pijlstaart, wilde eend, waterhoen, Kievit en bonte strandloper over het volledige traject Grens – Gent sluizen. De doelstelling is om telkens bij laag water te tellen wat soms praktisch niet haalbaar is. De gegevens lijken beïnvloed door deze variabiliteit in getij waarbij geteld werd (pers. analyse van gegevens). De dataset toont een significant hoger voorkomen van krakeenden op steenbestorting in vergelijking met wintertaling, bergeend en pijlstaart maar levert geen informatie over het gedrag van de vogels in de verschillende habitats.	Geen rapportage; Digitale data: ja
Wagemans Frank		Water-vogels/ steltloper s	2000- lopende	Sectortellingen op het Groot-Buitenschoor om de relatie habitatkenmerken-soortenverspreiding in kaart te brengen	Ja
Detail waarnemingen Ketenissepolder (Van De Neuckere et al., 2007 in prep.)	INBO	Alle water-vogels	Juni 2002- lopende	Tellingen en gedragsobservaties per zone in Ketenissepolder.	Ja
Tessens Bart	UA-INBO	Tafeleend	2005- 2006	Seizoenaal voorkomen van tafeleend in de Zeeschelde en detailonderzoek naar het foerageergedrag in relatie tot habitatkenmerken en het voorkomen van oligochaeten (Temse, Zeeschelde).	Ja
De Herdt Rina	UA-INBO	Krakeend	2006- 2007	Voedseleecologie van de krakeend op steenbestorting in de Rupel. Kwantificering van algenbiomassa op steenbestorting	In prep.

Benthos datasets	Instelling	Periode	Data over de bodemdieren aanwezig in de Zeeschelde zijn onmisbare gegevensbronnen om de voedselsituatie in te schatten op verschillende plaatsen in de Zeeschelde.	
Specifiek van het Groot Buitenschoor zijn detail datasets voorhanden die 10 jaar monitoring van benthos behandelen (Verbessem et al., 2002).	INBO	1990-1999	Ruimtelijke en tijdelijke variatie van macrobenthos op een brakwaterslik:	Ja, gedeeltelijk gerapporteerd
Spatiale en seizoenale benthos bemonstering 1996 met bijzondere aandacht voor het voorkomen van Oligochaeta (Seys et al., 1999).	INBO-UGent	1996	Een uitgebreide bemonstering op 143 stations verspreid over 35 transecten langsheen de volledige zout- en dieptegradiënt van de Zeeschelde in september/oktober 1996 werd uitgevoerd. Bijkomend werden maandelijkse bemonsteringen gedurende 1 jaar op 4 geselecteerde stations uitgevoerd (intertidaal Appels, subtidaal Mariekerke, intertidaal Ballooi, intertidaal Groot Buitenschoor)	Ja, gerapporteerd
Subtidale benthos bemonstering 1996 en 1997 Beneden-Zeeschelde (Deneve et al., 1998).	INBO	1996-1997	Subtidale bemonstering op 53 ('96) en 71 ('97) locaties in de Beneden-Zeeschelde in twee opeenvolgende jaren.	Ja, gerapporteerd
Driejaarlijkse spatiale benthos monitoring dataset inter- en subtidaal Zeeschelde sedert 1996 (Seys et al., 1999, zie boven), 1999, 2002, 2005.	INBO	1999, 2002, 2005	In het najaar wordt de volledige Zeeschelde bemonsterd op een 80-tal locaties in het intergetijdengebied en een 100-tal locaties in de subtidale zone.	Ja
Ketenisse schor en herstelsite paardeschor: detailopnames	INBO	2003-lopende	Monitoring van de evolutie van een slik en schorgebied na herstel van het getijregime	Ja

4.3 Kennis over de doelsoorten

4.3.1 Methode

In hoofdstuk 4.3 wordt voor vijf doelsoorten de huidige kennis samengevat. De bespreking omvat per soort informatie over de huidige populatie (o.a. grootte, tendenzen,...) en de belangrijkste overwinteringsgebieden. De trend en status van de soort in de Zeeschelde wordt samengevat op basis van de gegevens verzameld tijdens maandelijkse boottellingen sinds de winter van 1991/1992. Vanaf de winter 1995/1996 wordt ook de Rupel systematisch meegeteld tijdens de wintermaanden. De bespreking omvat per soort een presentatie van:

- Evolutie van wintermaxima in relatie tot 1% norm
- Trend van de eendensoort in de Zeeschelde (incl. Rupel) voor de periode 1995-2005
De trend index berekend volgens Van Roomen et al. (2004). Deze index stelt de gemiddelde seizoenssom berekend over de winterperiode oktober-maart gelijk aan 100 en vervolgens worden alle seizoenssomen uitgedrukt als percentage hiervan
- Seizoenaal patroon
- Belang van de deelgebieden – gebaseerd op de som van alle waargenomen eenden in de periode 1995-2005. Deze weergave is indicatief omdat i) geen rekening wordt gehouden met lengte van trajecten; ii) geen rekening wordt gehouden met de beschikbare foerageeropervlakte etc. Werken met densiteiten is mogelijks beter. Aan de hand van de fysiotopenkaart (in prep.) zou het mogelijk zijn om deze densiteiten (nauwkeurig) te berekenen.

Afhankelijk van de nood om patronen te verduidelijken werden bijkomende illustraties voorzien.

4.3.2 Bergeend – *Tadorna tadorna*



[Foto G. Catley]

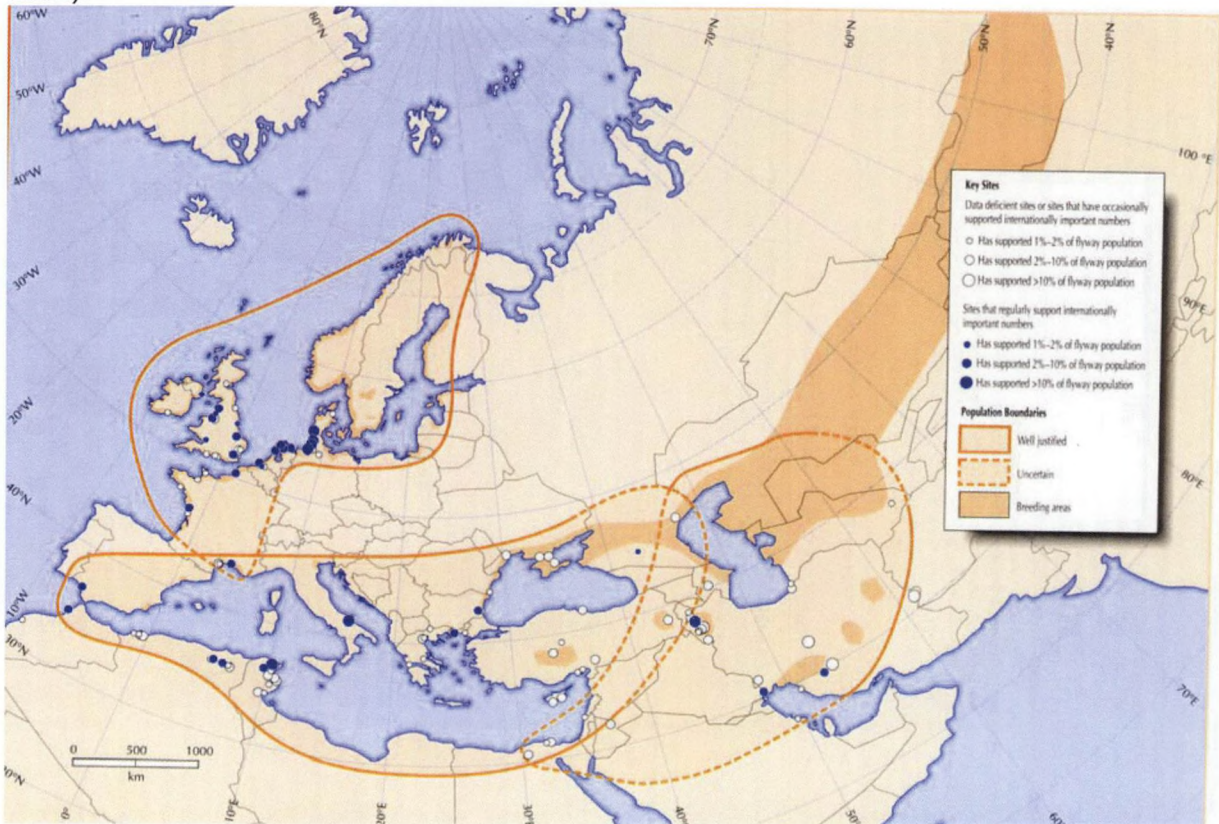
A DE POPULATIE EN OVERWINTERING

De Noordwest-Europese overwinteringspopulatie wordt geschat op 300.000 individuen (Delany & Scott, 2002). De populatie kende een licht stijgend verloop over de periode 1974-1987 maar stabiliseerde de daaropvolgende jaren zonder duidelijke trends (Delany et al., 1999; Birdlife International, 2004). In West-Europa is de bergeend voornamelijk een broedvogel van de kustgebieden die houdt van een mild klimaat en minder talrijk broedt in noordelijke regionen. Ook de voornaamste overwinteringsgebieden zijn gelegen in kuststreken (Fig. 2).

In tegenstelling tot de globale internationale trend vertoonde de broedpopulatie in Vlaanderen een gestage toename ook in de periode na 1990. De explosieve populatieontwikkeling (minstens een verdubbeling sinds 1990) is het gevolg van enerzijds een toename in traditionele broedgebieden - kustgebieden en estuaria - en anderzijds een uitbreiding van het broedareal meer landinwaarts. Het creëren van nieuwe broedgebieden door opspuitingen bevorderden de uitbreiding van het areaal in Vlaanderen (Vermeersch et al., 2004). De waargenomen landinwaartse uitbreiding in Vlaanderen heeft zich ook in geheel West-Europa voorgedaan. Het aantal in Vlaanderen aanwezige paren gedurende de broedperiode wordt geschat op 2100-2800 waarvan naar schatting ongeveer de helft effectief broedt (Vermeersch et al., 2004). De belangrijkste broedkernen zijn gelegen op Antwerpen-Linkeroever (> 140-150 paren) (Spanoghe et al., 2006) en achterliggende polderstreek (250-300 paren), regio Klein-Brabant (Schelde-vallei) (170-180 paren), Gentse kanaalzone (40-60 paren) en de Kustpolders (900-1100 paren) (Vermeersch et al., 2004).

Na de broedperiode vertonen de vogels trek naar de ruigebieden. De onvolwassen/sub-adulten vertrekken vaak vroeger (juni) dan de adulten (juli) en een klein percentage vrouwtjes ("zorgmoeders") blijft bij de jongen en ruien in het broedgebied (Cramp & Simmons, 1977). Een groot percentage van de Noordwest-Europese bergeenden ruit in de Duitse Bocht, een toenemend aantal in de Nederlandse Waddenzee en in de Westerschelde. In deze ruigebieden kunnen de bergeenden ongeveer 25-31 dagen niet vliegen (Cramp & Simmons, 1977) en zijn ze bijgevolg bijzonder gevoelig voor verstoring. Voor wandelende mensen vluchten ze reeds op een kilometer

afstand. Schepen doen ruiers wegzwemmen van 250 à 500 meter afstand. Vanop dergelijke afstand reageren niet-ruiers niet op de verstoringsbron (Geelhoed & Swaan, 2002). De geschiktheid van een ruigebied houdt dan ook meer verband met rust en afwezigheid van verstoring dan met gunstige voedselomstandigheden (Bos & Scheffer, 1988; Meininger & Snoek, 1992).



Figuur 2. Verspreiding van bergeend. Populaties omlind; Donker oranje broedgebied; blauwe punten belangrijke overwinteringsgebieden (Scott & Rose, 1996).

Een andere gelijkenis tussen ruigebieden is dat ze vaak in de monding van rivieren gelegen zijn. Dergelijke gebieden vertonen een lagere saliniteit wat een fysiologisch voordeel kan zijn gedurende een periode gekenmerkt door hoge stofwisseling (Nyström & Pehrsson, 1988). Het feit dat bergeenden ook ruien op de meest stroomafwaarts gelegen platen in de Westerschelde suggereert dat saliniteit niet de primaire determinant is voor de ruigebied keuze. Andere ruigebieden zijn b.v. Bridgwater Bay in zuidwest Engeland, Forth Estuary in Schotland, (voorheen) Haringvliet in Nederland (Bryant, 1978, 1981; Cramp & Simmons, 1977; Geelhoed & Swaan, 2002). Ook in de Westerschelde ruien op verschillende plaatsen groepen bergeenden (de laatste jaren 5000 à 6000; Geelhoed & Swaan, 2002; Oosterbaan et al., 2004) of zijn er waarnemingen van grote groepen die verzamelen alvorens door te vliegen naar andere ruigebieden (Meininger & Snoek, 1992; Geelhoed & Swaan, 2002; Oosterbaan et al., 2004). Nabij de monding op de Hooge Platen verblijven de grootste groepen (Geelhoed & Swaan, 2002; Oosterbaan et al., 2004). Op de Beneden-Zeeschelde (Groot Buitenschoor) verblijven ook soms (niet jaarlijks) groepen ruiende bergeenden (max. 1250, 1987) (Voet, 2003). Een relatief brede vaargeul voor het ruigebied, een breed slik en de beschermde status van het natuurreservaat maken dat er een beperkte verstoring is op het Groot Buitenschoor – dergelijk rustgebied is uniek voor de Zeeschelde en daarmee waarschijnlijk het enige potentiële ruigebied voor de soort in de Zeeschelde. In de Westerschelde kan de spreiding van de aantallen ruiers over de platen gerelateerd zijn aan de voedselvoorraad. Hierbij zouden voornamelijk het broed van schelpdieren een interessante voedselbron zijn. Deze schelpdieren komen minder voor naarmate men zich richting Zeeschelde begeeft (Geelhoed & Swaan, 2002). Na de rui blijven de vogels ter plaatse overwinteren of zwermen trekken vanaf eind september terug in de richting van de broedgebieden of naar andere geschikte voedselgebieden om te overwinteren. Bij koude periodes is vorsttrek naar zuidelijker gebieden of mildere kusten van Engeland een duidelijk fenomeen (Cramp & Simmons, 1977; Ridgill & Fox, 1990).

Het is onbekend waar het gros van de Vlaamse broedpopulatie gaat ruïen en in welke mate de overwinteraars tot de broedpopulatie behoren. In elk geval blijkt uit hervangsten in Vlaanderen een terugkeer van een aanzienlijk deel van de vogels naar dezelfde overwinteringsgebieden jaar na jaar (N. De Regge, INBO, pers. comm.).

De belangrijkste overwinteringsgebieden van de bergeend situeren zich in Denemarken (Deense waddenzee, ook ruigebied, ± 15.000 ex. januari telling); Duitsland (Waddenzee, ook ruigebied, > 30.000 ex. januari telling); Engeland (The Wash, ± 12.000 ex.), Nederland (Friese Noordkust, ± 12.000 ex.) (Delany et al., 1999) en het Deltagebied ca. 10.000 ex. (Berrevoets et al., 2005). In gans Vlaanderen liggen de wintermaxima rond de $5000-6000$ ex. (Watervogeldatabase). De belangrijkste overwinteringsgebieden in Vlaanderen zijn de Zeeschelde inclusief Noordelijk Eiland Wintam waar de seizoensmaxima voor het totale gebied schommelen rond de 2000 ex. in de periode 1998-2005 (Fig. 3; zie verder) en de Gentse kanaalzone (b.v. jan. – feb. 2006: $700-1000$ ex., G. Spanoghe, pers. comm.).

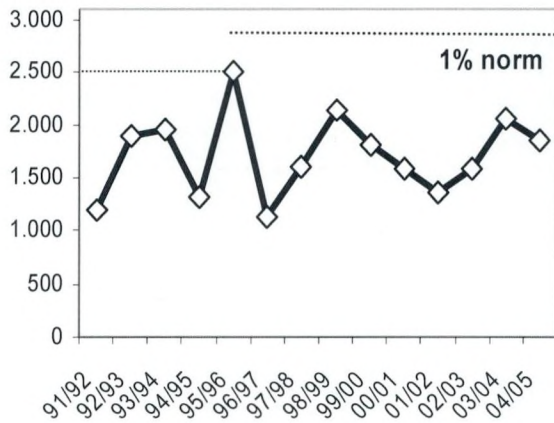
B DE TREND EN STATUS VAN DE SOORT IN DE ZEESCHELDE

De wintermaxima (okt. – mrt.) van de bergeend in de Zeeschelde schommelen rond de 2000 ex. (Fig. 3) zonder duidelijke trend sinds het begin van de jaren negentig. Een relatief stabiel overwinteringsaantal in de Zeeschelde staat dus in contrast met de sterk toegenomen broedvogelpopulatie in de ruime Scheldevallei (zie boven).

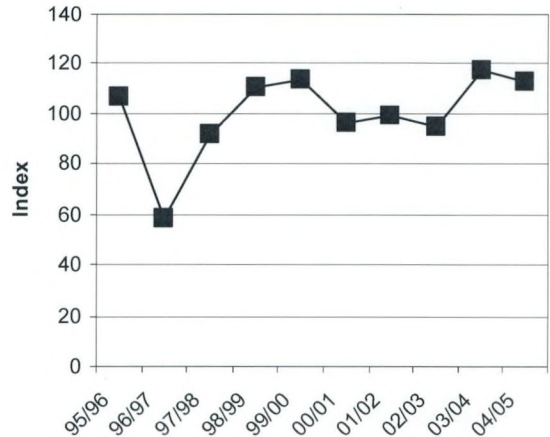
De bergeend is niet uniform verdeeld over de volledige Zeeschelde maar vertoont de voorkeur voor bepaalde deelgebieden (DG) (zie Fig. 1). De deelgebieden Grens (Groot Buitenschoor) – Lillo Fort (DG1), Rupel– Durmemonding (DG5) en de zone Durmemonding tot Oude Briel (DG6) zijn de zones met de hoogste aantallen (Fig. 6). Bergeenden kunnen doorheen het ganse jaar waargenomen worden met een seizoensminimum in de nazomer (aug. – okt.) met september consequent als dieptepunt (Fig. 5). Hiermee weerspiegelt de soort niet het patroon van een typische wintergast. Het globale seizoenale patroon (Fig. 5) wordt sterk beïnvloed door grotere groepen ruiende/overzomerende bergeenden gedurende een aantal jaren op het Groot Buitenschoor (mei-aug) (Voet, 2003)². Het seizoenale patroon in DG1 (Fig. 7) sluit goed aan bij de aantalsfluxen in de Westerschelde, waar ook groepen bergeenden ruïen (Geelhoed & Swaan, 2002; Oosterbaan et al., 2004). Stroomafwaarts, in de andere belangrijke deelgebieden zien we een verschillend seizoenaal patroon (DG5 & 6, Fig. 7) (zie ook Van den Bergh et al., 2007). Een geleidelijke toename vanaf oktober met maxima in december en januari waarna de paarvorming start en ze wegtrekken naar de broedgebieden. Uit het aantalsverloop zou men kunnen denken dat een deel van de dieren zich stroomafwaarts verplaatsen aangezien we in het voorjaar een geleidelijke toename waarnemen in DG1 (voornamelijk op Groot Buitenschoor). Anderzijds zou de toename in DG1 onafhankelijk kunnen zijn van stroomopwaarts gelegen gebieden door een influx van foeragerende bergeenden afkomstig uit nabijgelegen broedpopulaties (zie boven) en later op het seizoen als verzamelplaats alvorens door te trekken naar ruigebieden om zelfs in sommige jaren terplekke te ruïen (Meininger & Snoek, 1992). Mogelijks fungeert het Groot Buitenschoor als overzomeringsplaats voor onvolwassen vogels (bergeend pas geslachtsrijp op 22 maanden, Cramp & Simmons (1977)) en/of overzomeringsplaats voor adulten met een mislukt broedsel die ook hier verzamelen. Het effect van koude winterperiodes manifesteert zich in de Zeeschelde door een toename van bergeenden gedurende deze maanden in de meeste winters (Van den Bergh et al., 1998).

Hoewel het aantal buitendijkse broedparen (territoria) beperkt is ($14-17$) (Van Waeyenberge et al., 1999) is het aantal territoria in de Scheldevallei aanzienlijk (zie boven, totaal $\pm 330-360$ paren). Deze vogels lijken gedurende het voorjaar en vroege zomer de Zeeschelde te gebruiken als foerageergebied.

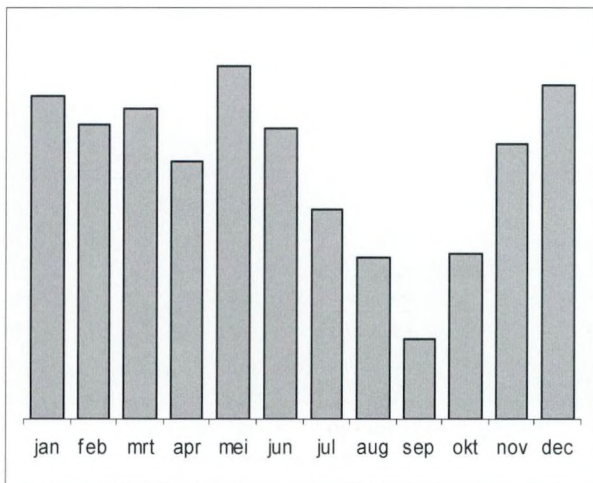
² Het aantal ruiende bergeenden op het Groot Buitenschoor is variabel (Voet, 2003) [0 ('98) - 655 ('02) (min-max); 223 ± 182 , gemiddelde \pm stdev, periode 1992-2002]



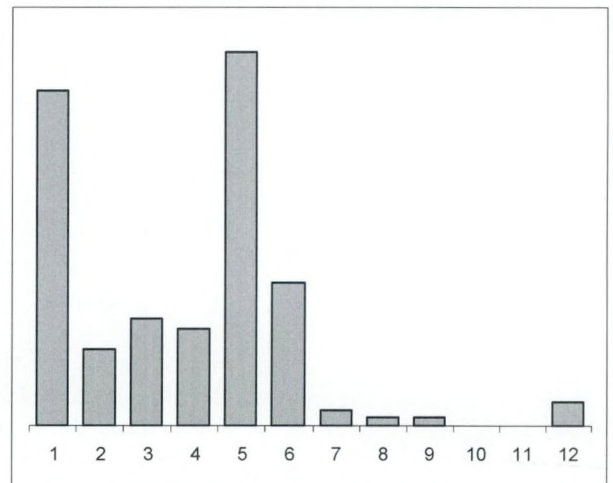
Figuur 3. Wintermaxima (okt.-mrt.) van de bergeend in de Zeeschelde in de periode 1991-2005. Gestippelde lijn = 1% norm.



Figuur 4. Trend van de bergeend in de Zeeschelde (incl. Rupel) in het winterseizoen (okt.-mrt.) in de periode 1995-2005.

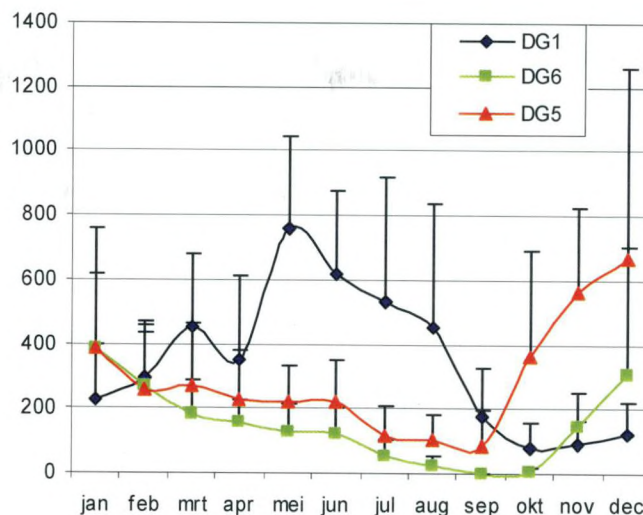


Figuur 5. Seizoenaal voorkomen van bergeend in de Zeeschelde gebaseerd op de som van alle waarnemingen, periode 1991-2005.



Figuur 6. Belang van de deelgebieden (zie Fig. 1) gebaseerd op de som van alle waargenomen bergeenden in de periode 1995-2005.

Figuur 7. Seizoenaal patroon in de 3 belangrijkste deelgebieden van de Zeeschelde voor de bergeend. Gemiddelde aantallen, periode 1991-2005. Met aanduiding van standaardafwijking.



C VOEDSELKEUZE EN FOERAGEERGEDRAG

Algemeen

Van bergeenden werd vastgesteld dat ze een grote verscheidenheid aan voedsel consumeren (Olney, 1965; Bryant & Leng, 1975; Buxton, 1981; Walsmsley & Moser, 1981; Thompson, 1982; Thompson et al., 1986; Meininger & Snoek, 1992; Yates et al., 1993). In de Westerschelde en verscheidene andere West-Europese estuaria bleek het wadslakje (*Hydrobia ulvae*) de voornaamste prooi te zijn (Olney, 1965; Buxton, 1981; Buxton & Young, 1981; Meininger & Snoek, 1992). Er is een variabel belang van *Nereis*, *Corophium*, *Littorina* spp., broed van bivalven (*Macoma balthica*, *Cerastoderma edule*), Crustaceae, kevers en larven in het dieet en nagenoeg alle andere invertebraten aanwezig in het sediment (Olney, 1965, Thompson, 1982; Yates et al., 1993). Ook kiezelwieren (vrl. *Pleurosigma* in de zomer; Bos & Schefferlie, 1988), die soms uitgebreide biofilms vormen op het slik, groenwieren (winter) (Meininger & Snoek, 1992) en blauwwieren (Walsmsley & Moser, 1981) staan soms op het menu. In sommige gebieden waren Oligochaeta de belangrijkste voedselbron (Evans et al., 1979; Thompson, 1982).

Thompson (1982) onderzocht diëtselectie in een brak getijdengebied door sediment dat gezeefd was door bergeenden te vergelijken met ongezeefde controle stalen. Dit was mogelijk omdat foeragerende bergeenden in de waterlijn (dabbling) kleine kratertjes maken die bij afgaan tij zichtbaar blijven op het slik (Thompson, 1981). Hierbij werden de opstaande randjes van de kratertjes bemonsterd (binnen de 5 min na de foerageeractie) als zijnde door de bergeenden gezeefde sedimenten. De bergeenden toonden een duidelijke voorkeur voor de Oligochaeta (*Heterochaeta costata*). Het merendeel van de prooiën geconsumeerd door de bergeenden in het Clyde estuarium (UK) was groter dan 2mm (Thompson, 1982).

Bergeenden passen een verscheidenheid aan foerageertechnieken toe om hun voedsel te verzamelen (Bryant & Leng, 1975). De belangrijkste technieken zijn: 'scything', hierbij wordt door maaierende bewegingen het bovenste laagje van het slik afgegeten. Soms blijven hiervan duidelijke sporen achter (zie foto appendix 3); 'dabbling' is foerageren in de waterlijn (zie kratervorming: boven); 'head dipping' is al zwemmend foerageren met kop onder water; 'upending' –grondelen– is nog dieper onder water foerageren door volledig lichaam in het water te kantelen. Deze foerageertechnieken zijn algemeen van toepassing op alle grondelenden (zie Fig. 43). Moddertrappelen – lijkt een typischer fenomeen voor bergeenden – hierbij wordt het sediment betrappeld en vervolgens afgeslabberd. In deze trappelkuilen begeven de prooidieren zich waarschijnlijk naar het oppervlak door trillingen ofwel wordt sediment samengeperst waardoor

plaatselijke uitspoeling van benthos mogelijk is (cf. Osborne, 1982). De bergeend wisselt tussen de verschillende technieken, naargelang de omstandigheden, afhankelijk van het getij, gebiedskenmerken en klimaatsomstandigheden. Bergeenden zijn in staat om hun voedsel tot ruim een diepte van 4cm uit het slik te halen (Thompson, 1981) (afhankelijk van sedimentkarakteristieken en vochtigheidsgraad). Bergeenden vermeden slikpartijen met mosselbanken in de nabijheid of met stenen/steentjes die storend zouden zijn en een verminderde foerageerefficiëntie veroorzaken (Thompson, 1981; Buxon, 1981; Evans & Pienkowski, 1982). Schattingen van het basis energie verbruik (Basal Metabolic Rate, BMR) van de bergeend variëren tussen 390 kJ.d^{-1} (Evans et al., 1979) en 333 kJ.d^{-1} (Meire, 1993). Details over foerageeractiviteit (tijdsprotocollen) zijn te vinden in het werk van Buxton (1975), Thompson (1981) en specifiek voor de Zeeschelde in Beyen (1994).

Zeeschelde

De voedselkeuze van bergeenden in de Zeeschelde kan men enkel vermoeden door observaties te combineren met de analyse van benthosstalen afkomstig van dezelfde foerageerplaats. Een verkennende analyse van feces van de bergeend leverde niet de gewenste resultaten op (Beyen, 1994) (zie § 5.2.3A). Beyen (1994) observeerde het foerageergedrag en analyseerde parallel de benthosgemeenschap van het Groot Buitenschoor (GB), slik aan de Kennedytunnel (KT) en het slik tussen Branst en Mariekerke (BM). Microfytobenthos werd niet onderzocht. Analyse van de benthosstalen op de foerageerplaatsen van bergeenden in KT & BM toonde een hoge dominantie van Oligochaeta. Op GB was de benthosdiversiteit groter, en *Nereis diversicolor*, *Heteromastus filiformis* maakten de bulk van de benthos biomassa uit. Er waren echter ook aanzienlijke dichtheden van *Corophium volutator*, *Macoma balthica* en Oligochaeta. Densiteit en biomassa van benthos correleerde positief met het aantal foeragerende bergeenden.

In de Zeeschelde varieerde het percentage foerageren gedurende 1 volledige getijcyclus tussen de gebieden (BM: 32.8%; KT: 37.3% en GB: 53.3%). De dominant gebruikte foerageertechniek verschilde ook tussen de gebieden met voornamelijk foerageren in de waterlijn (dabbling en head-dipping) in BM & KT, 'head-dipping' was het belangrijkste techniek (62.4%) op het zoetwatergetijdenslik (BM). Op GB foerageerden de bergeenden voornamelijk op het vrije slik (scything) (Rossaert, 1993; Beyen, 1994). In elk van de studiegebieden werden sporadisch 'moddertrappelende' bergeenden geobserveerd. De overzomerende en ruiende bergeenden op het GB foerageerden in 1988 voornamelijk op diatomeeën. Diatomeeën waren de enige voedselbron die in hoge biomassa aanwezig waren terwijl in de sedimentstalen nauwelijks benthos terug te vinden was (Bos & Schefferlie, 1988).

De bergeenden in de Zeeschelde volgden het getijritme en foerageerden ook 's nachts (Beyen, 1994, losse observaties). Bij afgaand tij werd een foerageerpiek waargenomen die inzette een tweetal uur voor het volgende laag water ($\pm 90\%$ foeragerende dieren). Kort na laag water nam het percentage foeragerende bergeenden sterk af (1 uur na laag water foerageert minder dan 30% van de dieren) (Beyen, 1994).

In het voorjaar werd geen verminderde foerageeractiviteit vastgesteld in BM, dit is in tegenstelling tot de bevindingen van Evans & Pienkowski (1982) die een afname in foerageeractiviteit vaststelden in het voorjaar (paarvorming).

4.3.3 Wintertaling – *Anas crecca*



A DE POPULATIE EN OVERWINTERING

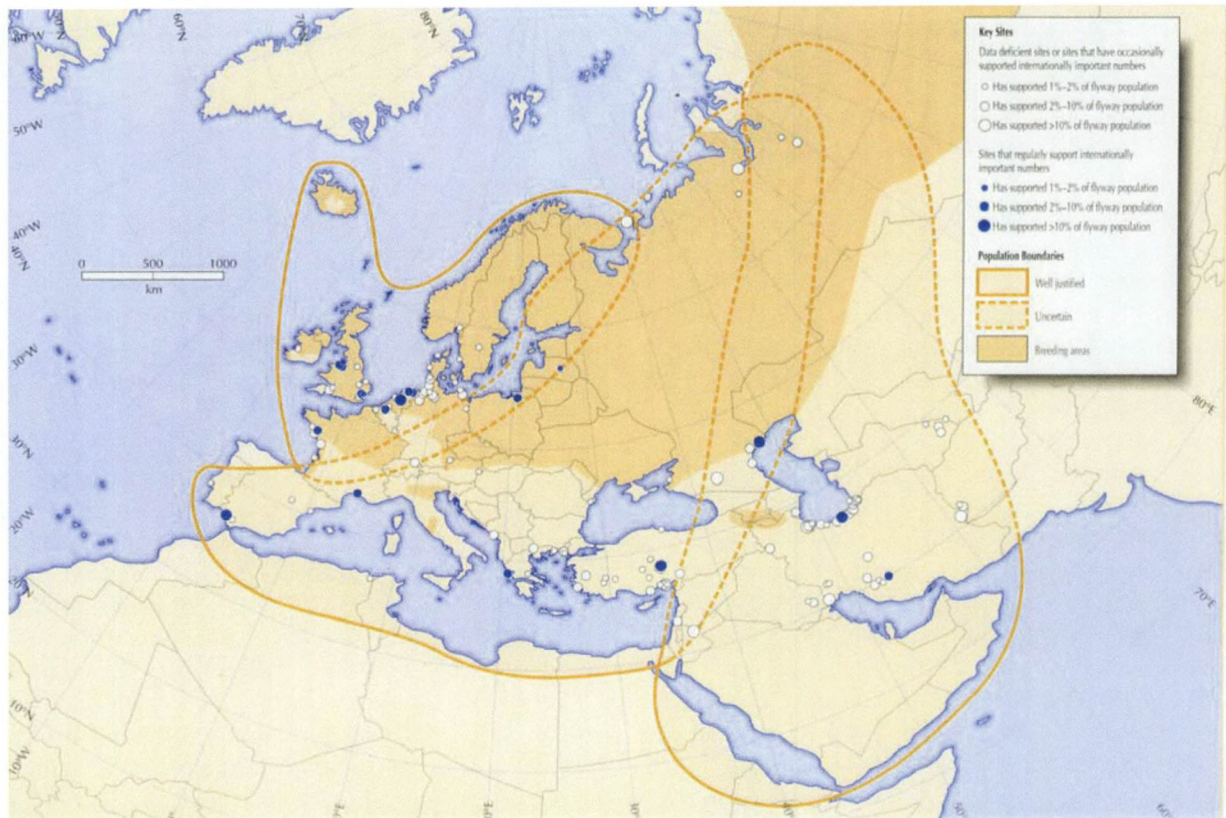
De huidige omvang van de Noordwest-Europese populatie wintertalingen wordt geschat op 400.000 individuen (Monval & Pirot, 1989; Delany & Scott, 2002). De populatie kende een stijgend populatieverloop van 2,54% per jaar in Noordwest-Europa over de periode 1967-1993 (Rose, 1995) en is gestabiliseerd of zelfs licht achteruitgaan in de periode 1990-2000 (Delany & Scott, 2002; Birdlife International, 2004). De Noordwest- Europese populatie en de Mediterrane populatie worden traditioneel behandeld als afzonderlijke populaties, de afscheiding lijkt echter niet strikt te zijn (Scott & Rose, 1996; Ogilvie, 2002; Guillemain, 2005) (Fig. 8). Er is een courante uitwisseling van individuen tussen de populaties met een wisselende trekroute (Ogilvie, 2002; Guillemain et al., 2005). Het is echter onduidelijk welk aandeel van de vogels behorende tot de mediterrane populatie en broedend in West-Siberië, West- en Centraal-Rusland en Oost-Europa ook in onze contreien overwinteren. De wintertalingen die in onze streken komen overwinteren, zijn voornamelijk afkomstig van het oosten en het noorden, inclusief IJsland, Fennoscandinavië en Rusland. De belangrijkste overwinteringslanden zijn Groot-Brittannië (135.800 individuen Kirby, 1995) en Frankrijk (70.000 tot 90.000 vogels in januari) (Deceuninck et al., 2000). De totale overwinteringspopulatie in Vlaanderen wordt geschat op ± 40.000 individuen (gegevens 2001/2002, 2002/2003). Lokale en regionale aantalfuctuaties kunnen voorkomen door veranderende milieuomstandigheden. Dit is voornamelijk merkbaar bij koud weer wanneer ondiepe waterpartijen bevroren en er een merkbare migratie van wintertalingen optreedt naar meer zuidelijk gelegen gebieden (b.v. Ridgill & Fox, 1990).

De vogels verkiezen gebieden met ondiep water (van sterk brak tot zoet), binnendijkse gebieden: wetlands en overstroomde weilanden, maar de grootste concentraties vindt men in estuaria (Cramp & Simmons, 1977; Lack, 1986; Delany et al., 1999). Naast het Schelde-estuarium zijn de belangrijkste getijsystemen voor overwinterende wintertalingen in West-Europa de Mersey (± 12.000 ind., UK, JNCC 2005³), Dollard (13.000 ind., 2002/2003, Nederland, Van Roomen et al. 2004), Ribble and Alt (± 7.600 ind., UK, JNCC 2005) en de Loire (± 13.000 ind., Frankrijk, Delany et al., 1999).

³ Joint Nature Conservation Committee (JNCC) – Species Accounts – Species List. <http://www.jncc.gov.uk/page-1419>

Wintertalingen komen vanuit de broedgebieden in de overwinteringsgebieden toe rond september-oktober. Hierbij is de spreiding in het arriveren opvallend (Ogilvie, 2002). Vaak arriveren de mannetjes eerst en de vroege vrouwtjes zijn vermoedelijk diegene die geen succesvol broedsel achter de rug hebben (Tamasier et al., 1995). Al snel nemen de aantallen toe om tot een maximum te komen in december-januari. Het wegtrekken is meer geconcentreerd en gebeurt voornamelijk in maart. Eens de taling present is in het overwinteringsgebied, is hij honkvast tenzij de klimaatsomstandigheden ongunstig worden (Ogilvie, 1983 in Ogivilie 2002; Ridgill & Fox, 1990). Mogelijk is er bij observaties van Ogivilie (l.c.) een zekere bias door het voederen ter plaatse. Zo lijkt er een grote turn-over te zijn in de Franse populaties (Pradel et al., 1997; Guillemain, pers. comm.). Dit wordt gesuggereerd door het grote afschot in Frankrijk (geschat op 330.000 ind.) (Mondain-Monval & Girard, 2000) en turn-over werd aangetoond in de Camargue (Pradel et al., 1997).

Door de lange vlucht hebben trekvogels (alsook de wintertaling) een verminderd gewicht bij aankomst in het overwinteringsgebied. Gedurende de eerste weken in het overwinteringsgebied is het terug op gewicht komen een prioriteit voor de vogels in de aanloop naar de koudste winterdagen die samenvallen met de periode waarin de wintertaling koppeltjes gaat vormen (december – januari). Gedurende deze paarvormingsperiode wordt er een verhoogde sociale activiteit waargenomen ten koste van een verminderde foerageertijd met een vermindering in lichaamsgewicht (ook in milde winters) (Tamasier 1974). Deze overwinteringsstrategie wordt besproken voor de Camargue door Tamasier en cowerkers (1995).

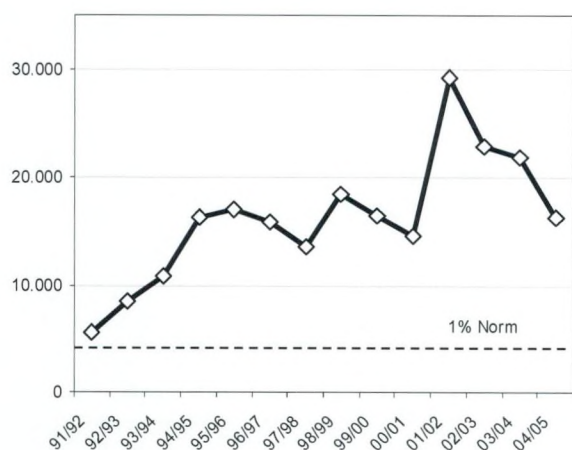


Figuur 8. Verspreiding van wintertaling. Populaties omlijnd; Donker oranje broedgebied; blauwe punten belangrijke overwinteringsgebieden (Scott & Rose, 1996).

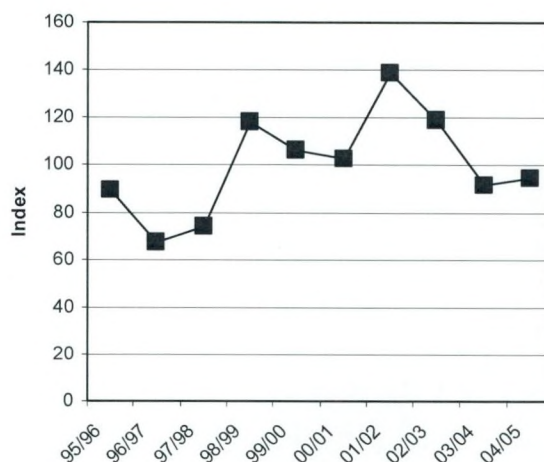
B DE TREND EN STATUS VAN DE SOORT IN DE ZEESCHELDE

De wintertaling is de meest typerende en talrijkste wintergast in het Schelde estuarium. De wintermaxima voor deze eend overschreden voor 3 opeenvolgende winters de 20.000 individuen

met een maximum in 2001/2002 van bijna 30.000 individuen op de Zeeschelde (Fig. 9) (Van den Bergh et al., 2002, 2005). Bijkomend verblijven er ongeveer gelijke aantallen (met maxima rond 2000ex. op de Durme en Rupel (Wintam tot Dijle monding). Deze hoge aantallen weerspiegelen het belang van de Zeeschelde als overwinteringsgebied in een regionale en internationale context. Op Vlaamse schaal wordt geschat dat 50-60% van de totale winterpopulatie verblijft in het estuarium (watervogeltellingen database). In een internationale context gezien verblijft ongeveer 6% van de Noordwest-Europese populatie in de Zeeschelde. Dit is één van de belangrijkste overwinteringsgebieden voor de wintertaling in Noordwest-Europa (Delany et al., 1999). Het belang van deze populatie vertoont een stijgende trend gezien over de periode tussen de winter 96/97 en 01/02. In de drie daaropvolgende winters is er een terugval merkbaar (Fig. 10). Over de volledige monitoringsperiode is de gemiddelde populatie aangroei in december 16.5%. December en januari zijn de maanden met maximale aantallen wintertalingen in de Zeeschelde (Fig. 11). Over de jaren vertonen de aantallen wintertaling in de Zeeschelde grote schommelingen in oktober, dit kan wijzen op relatief grote spreiding in het arriveren van de vogels. Dit staat in contrast met een meer geconcentreerd wegtrekken in maart. Dit patroon is vergelijkbaar met andere overwinteringsgebieden (b.v. Tamasier et al., 1995; zie boven).



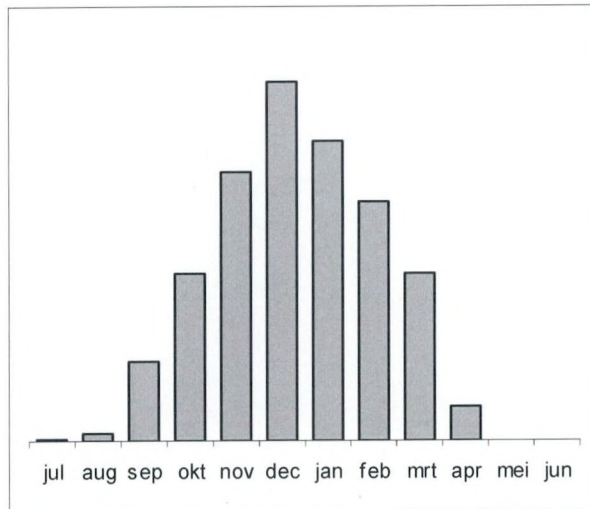
Figuur 9. Wintermaxima (okt.-mrt.) van de wintertaling in de Zeeschelde in de periode 1991-2005. Gestippelde lijn = 1% norm.



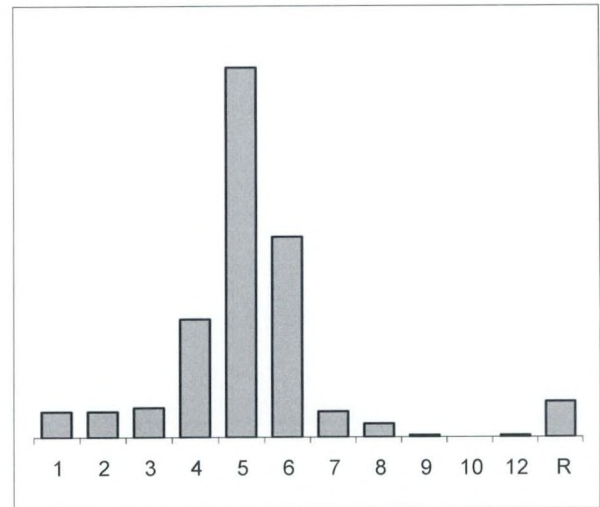
Figuur 10. Trend van de wintertaling in de Zeeschelde (incl. Rupel) in het winterseizoen (okt.-mrt.) in de periode 1995-2005.

Deze toenemende winterpopulatie overstijgt in grote mate de geschatte populatietrend van 2.54% per jaar in Noordwest-Europa over de periode 1967-1993 (Rose, 1995) en is in contrast met de stabiele of lichte achteruitgang van de populatie 1990-2000 (Delany & Scott, 2002; Birdlife International, 2004). Bijgevolg lijkt de Zeeschelde aantrekkelijker geworden voor overwinterende wintertalingen in de periode 1991-2004. Ofwel werden andere gebieden minder aantrekkelijk. Buiten het Scheldebekken zijn grote concentraties eerder schaars in Vlaanderen (watervogeltellingen database).

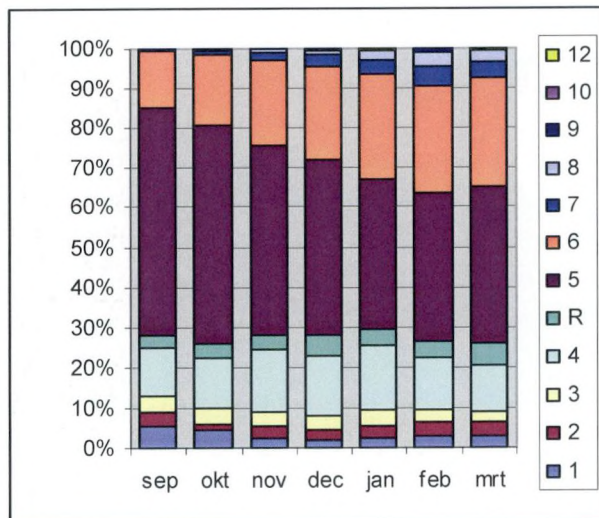
In de Zeeschelde is de spreiding van de aantallen wintertalingen niet uniform (Fig. 12). 83% van alle wintertalingen geteld in de periode 1991-2005 verbleven tussen Burcht en Baasrode (deelgebieden 4-6, Fig. 12) waarvan 47% waargenomen werd tussen de Rupel- en Durmemonding (DG 5, Fig. 12). Dit belang is constant over alle maanden geobserveerd (Fig. 13). DG 6 wordt naar het einde van het winterseizoen proportioneel belangrijker (Fig. 13).



Figuur 11. Seizoenaal patroon in de Zeeschelde gebaseerd op de som van alle waargenomen wintertalingen (periode 1991-2005).



Figuur 12. Belang van de deelgebieden (zie Fig. 1) gebaseerd op de som van alle waargenomen wintertalingen in de periode 1995-2005



Figuur 13. Procentueel belang van de deelgebieden (zie Fig. 1) in elke maand. Gebaseerd op de som van alle waargenomen wintertalingen in de periode 1995-2005 gedurende de wintermaanden.

C VOEDSELKEUZE EN FOERAGEERGEDRAG IN HET OVERWINTERINGSGBIED

Algemeen

De geografische spreiding van de overwinteringsgebieden is groot (Fig 8). Bovendien is de habitatkeuze divers en is de voedselkeuze vaak opportunistisch en gekoppeld aan de voedings- en energie behoefte van de vogel. Over het algemeen selecteren watervogels hun voedsel niet per se op soortsniveau (Baldassarre & Bolen, 1994). Bijgevolg is het aantal verschillende voedselbronnen zeer verscheiden. In het algemeen wordt de wintertaling als opportunistisch herbivoor bestempeld maar de switch naar dierlijk voedsel is ook niet zeldzaam, voornamelijk indien de voedselbronnen gemakkelijk te exploiteren zijn.

De wintertaling is in staat om selectief partikels te selecteren. De top van de snavelopening wordt hiertoe vernauwd. Dit is voornamelijk van belang in gebieden met veel afbraakpartikels of steentjes die niet opgenomen worden indien groter dan de gemiddelde partikelgrootte. Véél storende partikels in water of slijk verminderen de opname efficiëntie van geschikte voedselbronnen (b.v. zaden) (van Eerden & Munsterman, 1997). In vochtige bodems pompen de vogels een

mengsel van water, sediment en voedsel over de lamellen langs de zijkant van de snavel.

Hierbij wordt gedacht dat het foerageren in vochtige bodem in vergelijking met water (bij gelijk voedselaanbod) over het algemeen een lagere inname efficiëntie zal opleveren omdat deze procedure meer materiaalbehandeling vergt en actieve verwijdering van partikels uit de snavelholte nodig is (Kooloos et al., 1989; van Eerden & Munsterman, 1997).

Plantaardig voedsel bestaat voornamelijk uit zaden van de beschikbare oever- en waterplanten met een range van 0.3mm tot zaden van cultivars (b.v. zonnebloem) van meer dan 7mm. Daarnaast staan ook wieren (o.a. *Enteromorpha*) regelmatig op het menu (Olney, 1963; Tamisier, 1971; Quinlan & Baldassarre, 1984; van Eerden & Munstermans, 1997). In een experimentele studie vonden van Eerden & Munstermans (1997) dat de wintertaling duidelijk kon discrimineren in de voorgeschotelde zaadkeuze. Zo werden zaden met scherpe uitstekels niet opgenomen (b.v. *Rumex maritimus*, *R. palustris* en *Bidens tripartita*, *B. bipartita* zaden). De inname van zaden was lager indien ze (1) een harde zaadhuid hadden (*Scirpus maritimus*, *S. lacustris*), (2) de verhouding tussen de zaadhuid en de zaadinhoud groot was (*Triglochin maritima*, *T. palustris*), of (3) de zaden voorzien waren van haartjes of veerachtige struktuurtjes voor windverspreiding (*Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Aster tripolium*) of doornachtige uitsteeksels (*Spergularia media*, *Rumex obtusifolius*).

Dierlijk materiaal (tot 11mm groot) bestaat voornamelijk uit Mollusca (o.a. ook *Hydrobia*) en Diptera larven (Chironomidae). Maar ook Trichoptera larven, kevers (Coleoptera), Crustaceae (Ostracoda) en Annelida staan op het menu (Tamisier, 1972; Olney, 1963). Gaston (1992) documenteerde als eerste het consumeren van meiofauna en de kleine fractie van macrofauna op brakwater getij slikken: de krop van de wintertalingen bevat hoge concentraties aan Ostracoda, Copepoda en Nematoda (geen Oligochaeta, maar deze werden ook niet waargenomen in de benthos stalen).

Algemeen stelt men vast dat het aandeel dierlijk materiaal toeneemt bij de aanloop naar het broedseizoen terwijl gedurende de winter over het algemeen meer plantaardig materiaal wordt geconsumeerd (Tamisier, 1972; Baldassarre & Bolen, 1994).

Er bestaat een grote variatie aan foerageerfrequentie naargelang het habitat, de levenscyclus fase (o.a. rui, broedsel, trek), dag-nacht lengte, seizoen, klimaatsomstandigheden (temperatuur, wind, neerslag) en ook het geslacht (o.a. beïnvloed door sociaal dominante gedragingen of hofmakerij) (Baldassarre & Bolen, 1994). De wintertaling foerageert nagenoeg uitsluitend van op het land, nabij de waterlijn of in zeer ondiep water (< 8-12 cm diep) waar zaden en ander voedsel uit het water en modder worden gefilterd. Thomas (1982) bepaalde dat de kleinste afstand tussen de snavellamellen 290 +/- 30 µm bedraagt. Dit wil zeggen dat Oligochaeta kleiner dan 290 µm niet uitgefilterd worden en dus behoren tot de niet beschikbare fractie. Andere foerageermethoden zijn het filteren van voedsel al zwemmend met de kop (kop/nek) onder water voedsel zoeken op de bodem of al grondelend voedsel zoeken (Szijj, 1965; Tamisier, 1972).

In sommige gebieden vertoont het foerageergedrag van de wintertalingen een uitgesproken dag-nacht ritme (b.v. Tamisier, 1971, 1976; Leray, 1992) bestaande uit rusten op open waters overdag en foerageren in kleinere ondiepe plassen 's nachts. Andere studies melden geen uitgesproken dag-nacht ritme en rapporteren een gelijke rust- en foerageertijd overdag en 's nachts op éénzelfde plas (Guillemain et al., 2000). In estuaria waar de rivier verkozen wordt als foerageerplaats volgen de wintertalingen het getij regime (Zwarts, 1976; Dethier, 1997) (zie hieronder). Onderzoek suggereert dat het samentropen overdag voornamelijk een verhoogde waakzaamheid oplevert, resulterend in verminderde predatie bijvoorbeeld door bruine kiekendief (Zwarts, 1976; Pöysä, 1987). Over het foerageren in multispecies groepen zijn verschillende hypothesen geformuleerd. Het zou ons te ver leiden deze hier allemaal te bespreken maar men kan ze nalezen in de geciteerde literatuur (Pöysä, 1986; Guillemain et al., 2000, 2002; Nudds et al., 2000).

Verschillende aspecten van de spijsvertering van de wintertaling worden vermeld door Bruinzeel et al. (1997). Zo duurt de reis van voedsel doorheen het spijsverteringsstelsel ongeveer 2,6 uur en is het interval tussen twee feces deposities ongeveer 3,3 minuten.

De basale metabolische snelheid (BMR) van de wintertaling is ongeveer 144,3 kJ.d⁻¹ berekend op een gewicht van 0,250 kg (Bennett & Harvey, 1987) [dit is een lage waarde, vermoedelijk zal de BMR van wintertaling niet veel verschillen van de zomertaling dewelke 192 kJ.d⁻¹ is].

Zeeschelde

Over de voedselkeuze van wintertalingen in de Zeeschelde zijn enkel indirecte aanwijzingen. Effectieve bewijzen door slokdarm of maaganalyses ontbreken. Echter de hoge frequentie van foerageren op de slikken gecombineerd met de opmerkelijk hoge biomassa aan Oligochaeta (b.v. tot 1 kg nat gewicht m⁻², Seys et al., 1999) is een sterke indicatie over het belang van deze wormpjes als mogelijke voedselbron. De benthosgemeenschap is sterk verarmd en de Oligochaeta (vnl. *Tubifex tubifex* en *Limnodrilus hoffmeisteri*) zijn veruit de dominante component in het zoetwater getijdensysteem (Seys, et al., 1999). Bovendien blijkt de zaadvoorraad op het slik, algemeen beschouwd als belangrijkste voedselbron (zie boven), bijzonder laag te zijn (Hendrickx, 1997). Vanuit voedings- en energetisch standpunt zijn Oligochaeta ook bijzonder interessant met een hoog proteïne gehalte en een calorische waarde van 23.2 KJ. g⁻¹DW (5,575 Kcal.g⁻¹DW), deze waarde is hoger dan bij vele andere wormgroepen b.v. Polychaeta (Cummings & Wuycheck, 1971 in Seys et al., 1999). Dit is vergelijkbaar met de waarde 5.1 Kcal g⁻¹DW voor Oligochaeta gegeven door Hale (1980) (cit. in Thompson, 1982) De populatie van de Oligochaeta in het zoetwatergebied van de Zeeschelde vertoont een piek in september - oktober om naar de winter toe sterk af te nemen. Eén mogelijke hypothese is dat deze afname mede veroorzaakt wordt onder invloed van predatie door vogels, echter deze stelling is nog niet bewezen (Dethier, 1997). Net op het moment van minimale densiteit en biomassa aan Oligochaeta heeft de populatie wintertalingen vaak zijn maximum bereikt. Het valt dus te betwijfelen of de nog aanwezige populatie Oligochaeta voldoende voedsel zijn voor de vele wintertalingen en andere watervogels.

Onderzoek naar foerageergedrag en habitatgebruik van wintertalingen in de Zeeschelde werd uitgevoerd door Dethier (1997) en Caremans (1999). Dethier (1997) observeerde het gedrag en de positie van wintertalingen t.o.v. de waterlijn op de Notelaer en de Ballooi (wekelijks protocol nov. 1996 - april 1997). Deze gegevens werden gekoppeld aan benthosinformatie bekomen gedurende twee bemonsteringen (nov. 1996 en april 1997). Caremans (1999) onderzocht de habitatvoorkeur van de krakeend en wintertaling in drie deelgebieden tussen Kallo en de Durmemonding. Bijkomende informatie is voorhanden uit het voormalig Rijn-Maas estuarium (Ventjagersplaten - brak getijslik in het Haringvliet en Hollandsch Diep) (Zwarts, 1976), een gebied dat eind de jaren zestig een sterke overeenkomst vertoonde met de huidige Zeeschelde o.a. qua bentische diversiteit (vnl. Oligochaeta).

De wintertaling volgt het getijritme overdag (Zwarts, 1976; Dethier, 1997; Caremans, 1999) en alhoewel nog niet onderzocht volgen de vogels met grote waarschijnlijkheid ook dit ritme gedurende de nacht. Een getijafhankelijk gedrag (overdag) werd ook geobserveerd voor Bergeenden (Beyen, 1994; Bryant & Leng, 1975) en Krakeenden (Caremans, 1999).

Bij hoog water wordt er voornamelijk gerust op het schor of langs de waterrand in beschutte omstandigheden. Er zijn geen aanwijzingen dat wintertalingen zich massaal verplaatsen van de slikken naar binnendijkse rustplaatsen. Lokaal (beperkte vliegafstand) kan dit wel een rol spelen b.v. Noordelijk eiland (pers. obs.) waar relatief grote groepen wintertalingen komen rusten. Zodra eb zich inzet starten de vogels te foerageren. Hierbij verspreiden de vogels zich vanuit de meer beschutte rustgebieden naar de meer geëxposeerde slikken. Gedurende de gehele tijperiode is er een hoge foerageeractiviteit tot het volgende hoog water. De rustperiodes waren verschillend naargelang het gebied. Zo werd een rustperiode ingelast in de Ballooi bij laag water (cf. Ventjager, Zwarts, 1976), terwijl relatief meer gerust werd in de Notelaer bij opkomend water. De rustperiode bij laag water in de Ballooi werd toegeschreven aan de ongunstige voedselvoorraad omdat dan een meer zanderig gedeelte van de slikplaat kwam vrij te liggen met een opmerkelijk lagere densiteit aan benthos (Oligochaeta) (Dethier, 1997). Echter andere relaties tussen de beschikbaarheid van benthos (Oligochaeta) en het gedrags- en distributiepatroon van wintertalingen konden niet worden aangetoond.

Wintertalingen vertonen een duidelijke voorkeur voor slik om te foerageren en worden opvallend minder waargenomen in de waterlijn van steenbestorting of in de waterlijn van slik met steen (Caremans, 1999). Binnen het Schelde-estuarium tonen de wintertalingen een voorkeur voor zoetwater getijdengebied met grote slikken en veel schor (zone Temse-Durmemonding) (Caremans, 1999). Als wintertalingen foerageren doen ze dit voor 80-100% in de waterlijn en bijna nooit in het water. Bij laag water wordt er ook gefoerageerd op het nog vochtige slik iets verder van de waterkant (Dethier, 1997).

4.3.4 Kraakeend – *Anas strepera*



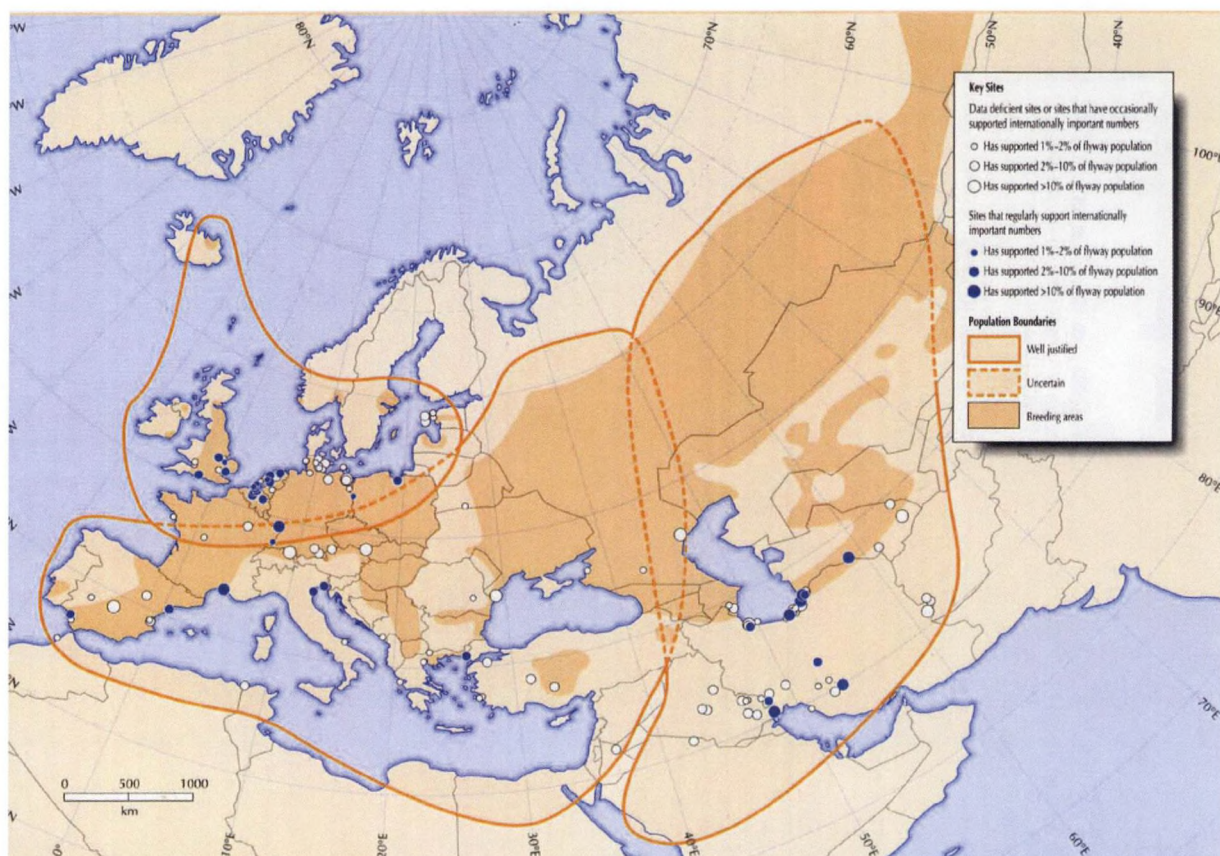
[Foto G Spanoghe]

A DE POPULATIE EN OVERWINTERING

De Noordwest-Europese populatie wordt geschat op 60.000 individuen (Delany & Scott, 2002). Deze deelpopulatie is relatief klein en bevat slecht 1,5% van de volledige kraakeendpopulatie waarvan de meerderheid broedt in Noord-Amerika. De Noordwest-Europese overwinteringspopulatie groeide met een snelheid van 8-10% per jaar in de periode 1967-1994 (Scott & Ross, 1996; Delany et al. 1999). Deze stijgende trend wordt ook gevolgd in Vlaanderen en in de Zeeschelde en is over de periode 1990-2004 lineair toegenomen met ongeveer 20% (Fig. 15). In Groot-Brittannië en Nederland is deze spectaculaire overwinteringstoename gelijkaardig, al lijkt er stilaan een eind te komen aan de gestage toename (Van Eerden, et al., 1996; Fox, 2002; van Roomen et al., 2004). De wintermaxima liggen nu (2004-05) rond de 9000-10.000 vogels in Vlaanderen, bijna 16% van de Noordwest-Europese populatie.

De kraakeenden die in onze streken overwinteren zijn afkomstig van noordelijker gebieden, Fennoscandinavië inclusief IJsland en Rusland (Fig. 14), terwijl de broedvogels gedeeltelijk standvogel zijn (Scott & Ross, 1996). De kraakeend overwintert in verscheidene types van ondiepe zoet of brakwater gebieden, inclusief estuaria. Belangrijke estuaria zijn deze rond de Nederlandse zoetwatergetijdenrivieren (1909 ind., NL, 2002/03, van Roomen et al., 2004), Ouse rivier-washes (worden tweemaandelijks overstroomd) (± 340 ind., UK, JNCC 2005³) en het Severn estuary (± 280 ind., UK, JNCC 2005). In Frankrijk vindt men de grootste concentraties van kraakeenden in de Camargue, langs de Rijn en het meer van Grandlieu (Anonymus, 2005). In Nederland vindt men de grootste concentraties in voormalige getijdensystemen, nu zoet of nog met enige brakke invloed en veel ondiepe delen zoals het Lauwersmeer, Haringvliet, Hollandsch Diep, Volkerakmeer en de Biesbosch.

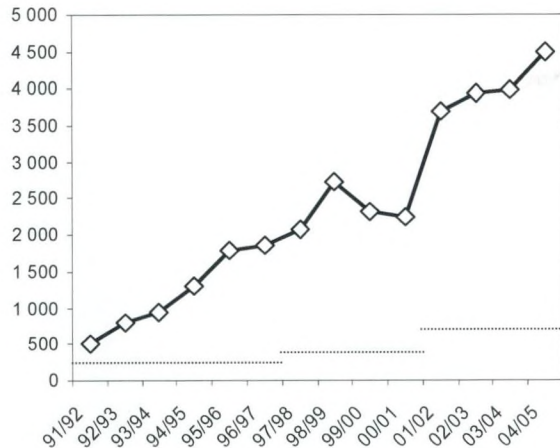
Overwinteraars komen toe in Vlaanderen rond de periode september - oktober (Devos et al., 2001; Van den Bergh et al., 2002, 2003). Maxima worden bereikt in december (Devos et al., 2001) en de terugkeer naar de broedgebieden verloopt eveneens relatief geleidelijk aan (cf. patroon Schelde estuarium). De belangrijkste overwinteringsgebieden in Vlaanderen zijn de Zeeschelde inclusief Rupelmonding en het Midden-Limburgs Vijvergebied (Devos et al., 2001). Sommige mannetjes vertonen ruitrek en komen in de ruigebieden toe in juli (Köhler et al., 1995). Enkele van deze verzamelplaatsen zijn het IJsselmeer (Salomonsen, 1968; Fox, 2002), het Haringvliet en het Vokerakmeer (vele duizenden; P.L. Meininger pers. comm.). In Vlaanderen lijkt dergelijke ruitrek beperkt en in elk geval onopgemerkt. Men vermoedt dat kraakeenden, als één van de enige zwemeenden, vaste koppeltjes vormt voor meerdere jaren (Köhler et al., 1995).



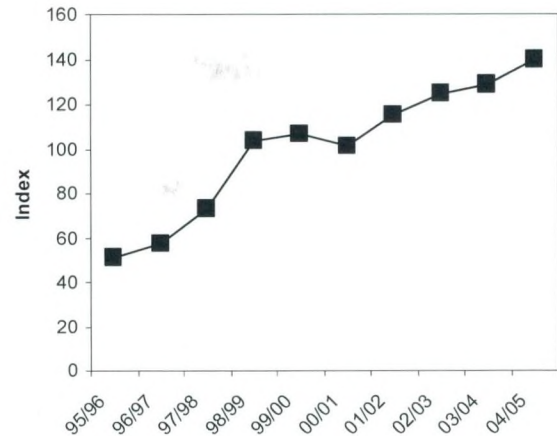
Figuur 14. Verspreiding van krakeend. Populaties omlind; Donker oranje broedgebied; blauwe punten belangrijke overwinteringsgebieden (Scott & Rose, 1996).

B DE TREND EN STATUS VAN DE SOORT IN DE ZEESCHELDE

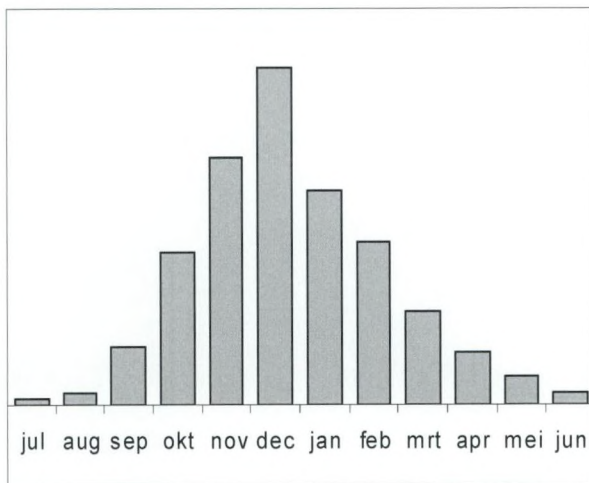
Met wintermaxima van 4000 tot ruim 4500 vogels (periode 2002/03-05, watervogeldatabase) is de Zeeschelde (incl. Rupelmonding) van uitzonderlijk belang voor de Noordwest-Europese krakeend populatie. Bijkomend verblijven ook nog eens wintermaxima van 600ex. op de Rupel (monding tot Dijle monding). Er worden nauwelijks (max. 21) krakeenden waargenomen op de Durme. Ruim 6% van de volledige populatie overwintert in het Belgisch deel van het estuarium. In een Vlaamse context is de Zeeschelde ook een geprefereerd gebied want voor 30-40% van alle Vlaamse overwinteraars was het Schelde estuarium hét toevluchtsoord in de periode 1990-2004. Naar analogie met de volledige populatie vertoont de overwinteringspopulatie in de Zeeschelde een sterk stijgende trend over de volledige monitoringsperiode (Fig. 16; lineaire trendlijn $R^2 = 0.87$, $P < 0.01$).



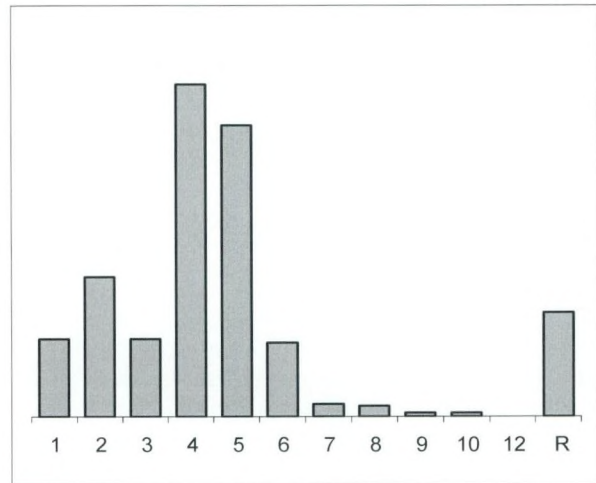
Figuur 15. Wintermaxima 1991-2005 – Gestippelde lijn = 1% norm (250; Rose & Scott (1994); 300 Rose & Scott (1997); 600, Delany & Scott (2002)).



Figuur 16. Trend van de kraakeend in de Zeeschelde (incl. Rupel) in het winterseizoen (okt.-mrt.) in de periode 1995-2005.



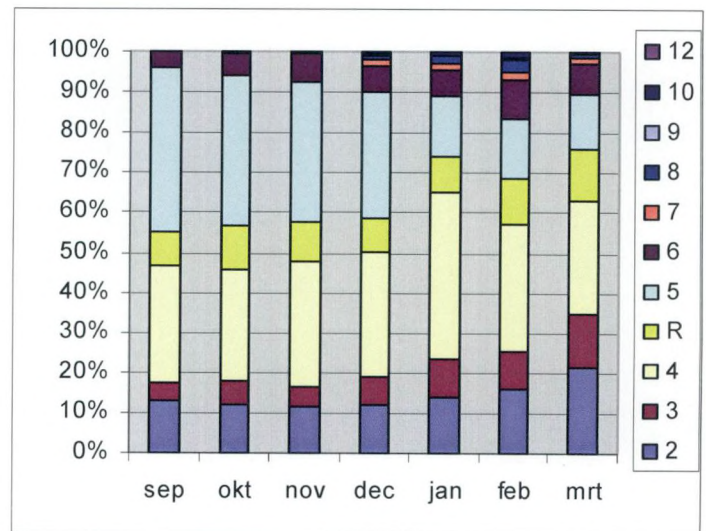
Figuur 17. Seizoenaal patroon van de kraakeend voor de periode 1991-2005 in de Zeeschelde



Figuur 18. Belang van de deelgebieden (zie Fig. 1) gebaseerd op de som van alle waargenomen kraakeenden in de periode 1995-2005.

Kraakeenden arriveren in de Zeeschelde vanaf september om maximale aantallen te bereiken in december waarna de overwinteringspopulatie geleidelijk terugvalt (fig. 17). De Zeeschelde is geen (belangrijk) ruitrekgebied voor mannetjes kraakeend. Dit weerspiegelt zich ook in de lage aantallen op de Zeeschelde in de zomermaanden (e.g. Van den Bergh et al., 2003) (Fig. 17). Deze zomervogels behoren waarschijnlijk tot de broedvogelpopulatie (260-290 paren) van de Schelde polders en het Antwerpse havengebied (Vermeersch et al., 2004) die foerageren op de Beneden-Zeeschelde.

Figuur 19. Seizoenaal patroon in het voorkomen van de kraakeend in verschillende deelgebieden van de Zeeschelde. Gebaseerd op som van alle waargenomen kraakeenden in de periode 1995-2005 gedurende de wintermaanden.



De deelgebieden 4 en 5 (zie Fig. 1) tellen de hoogste aantallen kraakeenden (Fig. 18). De verhouding van de aantallen kraakeend tussen de deelgebieden vertoont een verschuiving van het zoetwatergedeelte (Rupelmonding-Durmemonding) naar het brakwatergedeelte (Zandvliet-Burcht) in een seizoen. Met een groter aandeel kraakeenden die verblijven in het zoetwatergedeelte gedurende het najaar, en een geleidelijk toenemend relatief belang van eerder brakker zones van de Zeeschelde in het voorjaar (Fig. 19). De Rupel blijft nagenoeg constant (~10%).

C VOEDSELKEUZE EN FOERAGEERGEDRAG IN HET OVERWINTERINGSGBIED

Algemeen

Kraakeenden consumeren voornamelijk plantaardig materiaal dat zich in de bovenste waterlagen bevindt (b.v. *Chara*, *Potamogeton*), hierbij zwemmen ze voornamelijk met het hoofd net onder water. In periodes van voedselschaarste steelt de kraakeend soms voedsel van de meerkoet, die in staat is om plantenmateriaal dieper op te duiken (b.v. Amat & Soriguer, 1984; LeSchack & Hepp, 1995). Ook oeverplanten worden begraasd waarbij wortels, bladeren, knollen, knoppen en zaden worden geconsumeerd van biezen, zeggesoorten, grassen (inclusief Riet) en andere oeverplanten (Cramp & Simmons, 1977). Dierlijk materiaal staat zelden op het voedingslijstje van de kraakeend en de inname is vermoedelijk meer opportunistisch bij groot aanbod of toevallig bij het foerageren op plantaardig materiaal (Paulus, 1982; Allouche & Tamasier, 1984). Nochtans observeerden McKnight & Hepp (1998) een verhoogde opname van invertebraten in hun studie. Het ging hierbij voornamelijk om Chironomide larven die vastzitten met een cocon aan plantenmateriaal en als dusdanig makkelijker op te sporen. Bewegelijke invertebraten werden minder opgenomen, misschien omdat deze in staat zijn om te ontsnappen aan foeragerende eenden.

Zeeschelde

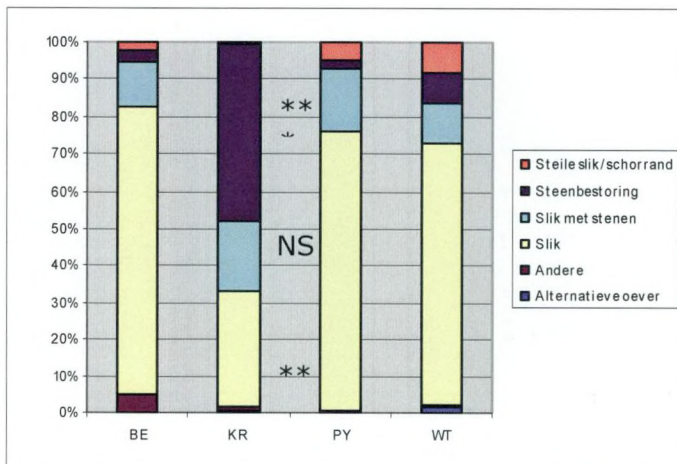
Over de voedselkeuze van kraakeenden in de Zeeschelde bestaan enkel indirecte aanwijzingen. Het actief foerageren op slikken en op steenbestorting (Caremans, 1999) doet vermoeden dat kraakeenden zich voeden met de massaal voorkomende Oligochaeta en zich voeden met voedselpartikels tussen en op steen (waarbij voornamelijk wordt gedacht aan kleine draadwieren). Onderzoek naar foerageergedrag en habitatgebruik van kraakeenden werd in de Zeeschelde uitgevoerd door Caremans (1999). Hiertoe werd de habitatvoorkeur van kraakeend in drie deelgebieden tussen Kallo en de Durmemonding onderzocht. De kraakeend vertoont een uitgesproken voorkeur voor steenbestorting (Caremans, 1999). Deze preferentie kon ook aangetoond worden door analyse van de databank habitatvoorkeur 1998-1999 [ANOVA, Tukey

HSD: krakeend over de volledige winterperiode significant meer op steenbestorting ($P < 0.001$) en in verhouding minder op slik ($P < 0.001$), andere soorten niet significant van elkaar verschillend] (Fig. 20).

De krakeend volgt in de Zeeschelde het getijregime overdag (Caremans, 1999) en vermoedelijk zal dit patroon zich ook doorzetten 's nachts. Bij hoogwater zitten krakeenden te rusten op steenbestorting die op dat moment nog vrij is. Het wegvliegen naar binnendijkse gebieden kon niet worden vastgesteld in het werk van Caremans (1999).

Het foerageren op steenbestorting en slik gebeurt bij voorkeur vanuit het water (Caremans, 1999).

Figuur 20. Voorkomen van soorten in verschillende habitats gedurende de winterperiode (okt - mrt) 1998-1999. BE = bergeend, KR = krakeend, PY = pijlstaart, WT = wintertaling. Dataset habitatvoorkeur INBO 1998-1999. [ANOVA, Tukey HSD: *** krakeend significant meer op steenbestorting ($P < 0.001$) en in verhouding minder op slik ($P < 0.001$) in vergelijking met andere soorten, NS geen patroon in voorkomen op slik met stenen; andere soorten onderling geen significante verschillen in habitatvoorkeuren]



4.3.5 Pijlstaart – *Anas acuta*



[Foto T. Davis]

A DE POPULATIE EN OVERWINTERING

De Noordwest-Europese populatie van de pijlstaart wordt momenteel geschat op 60.000 individuen (Delany & Scott, 2002). In de periode 1947-'96 werd de populatie als stabiel beschouwd, terwijl de laatste jaren een algemene achteruitgang van de populatie wordt aangegeven (Delany & Scott, 2002). De overwinteraars in onze streken broeden voornamelijk in Noord-Europa (vnl. Finland) en West-Siberië. Het is onduidelijk in hoeverre er uitwisseling is met de Zuidoostelijke overwinteringspopulatie van de Zwarte Zee - Middellandse Zee en West-Afrika die voornamelijk West-Siberische broedvogels rekruteren (Scott & Rose, 1996). De belangrijkste overwinteringslanden zijn Engeland-Schotland (28.000 ind., Kirby, 1995); Nederland (22.000 ind., Van Roomen et al., 2004) en Frankrijk (19.000 ind. (jan. 2003), Anonymus, 2005). De soort vertoont een zeer geconcentreerd overwinteringspatroon (cf. de Noord-Amerikaanse populatie, Hestbeck (1993)) - nagenoeg de helft van de volledige Noordwest-Europese populatie overwintert in 13 gebieden die jaarlijks opnieuw worden uitgekozen. Deze gebieden zijn bij voorkeur estuaria, deltas en grote meren in het binnenland. Grote concentraties zijn te vinden in het Verdrongen land van Saefthinghe langs de Westerschelde, Nederland (ruim 11.500 in januari 2003; dit komt overeen met de helft van de Nederlandse overwinteringspopulatie. Andere hotspots zijn de Waddenzee en verschillende Engelse estuaria (Dee, Ribble, Duddon), Ouse Washes en de Franse baai de l'Aiguillon en golf van Morbihan. Elk van deze gebieden kent vaak duizend tot enkele duizenden overwinteraars (Delany et al., 1999; Van Roomen et al. 2004). De grote gebiedstrouw sluit echter niet uit dat pijlstaarten toch zeer mobiel zijn en snel reageren op het ontstaan van nieuwe, vaak efemere, voedselgebieden door overstromingen. Dit kan lokaal grote veranderingen geven in het relatieve belang van overwinteringsgebieden (Owen et al., 1986). Dit werd ondermeer ook vastgesteld in de Blankaart (West-Vlaanderen) waar lage aantallen waargenomen werden door het uitblijven van overstromingen in de omringende polders gedurende de winter 1995/1996 (Devos et al., 1997). Bij zeer koud weer verlaten de vogels de traditionele overwinteringsgebieden en trekken meer zuidwaarts. Dit resulteert in grotere concentraties in Frankrijk en op het Iberische schiereiland. Zelden vliegen vogels van de Noordwest-Europese populatie tot in Afrika (Fig. 21) (Ridgill & Fox, 1990). Mannetjes verlaten het broedgebied vaak snel en vertonen ruitrek (eind mei-juli) over grote afstanden naar gezamenlijke ruiplaatsen waar ze overzomereren (b.v. IJsselmeer, Nederland) (Oglivie, 2002).

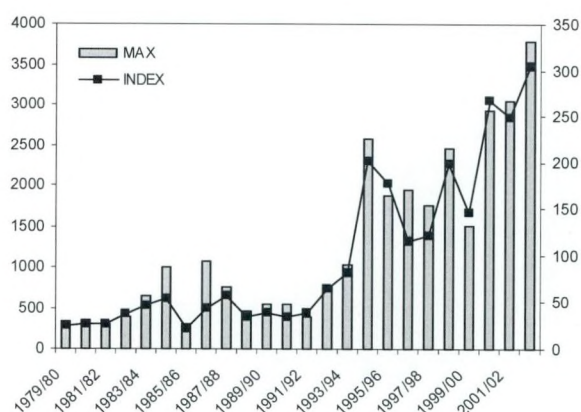
De Vlaamse overwinteringspopulatie vertoont een toename de laatste 10 jaar (Fig. 22).

Deze trend is sterker dan de stijgende trend van pijlstaart in de Nederlandse zoute Delta (Saefinghe) (Van Roomen et al., 2004) en staat in contrast met de stabiele trend bekeken over de totale Nederlandse overwinteringspopulatie en met een afname van de West-Europese populatie. (Delany & Scott, 2002). Als broedvogel in Vlaanderen is deze soort zeldzaam (1-5 paren) (Vermeersch et al., 2004).

Figuur 21. Verspreiding van pijlstaart. Populaties omlind; Donker oranje broedgebied; blauwe punten belangrijke overwinteringsgebieden (Scott & Rose, 1996).



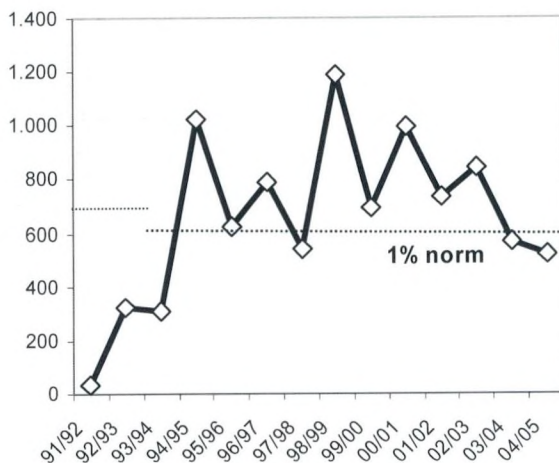
Figuur 22. Seizoensmaxima en trend index van de overwinteringspopulatie van de pijlstaart in Vlaanderen (okt-mrt) 1979-2003. (Trend index volgens Van Roomen et al., 2004).



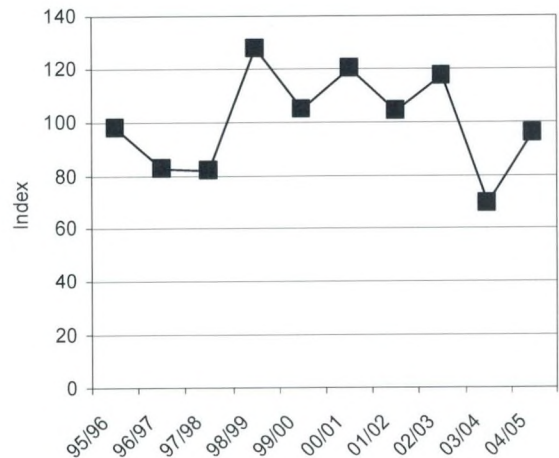
B DE TREND EN STATUS VAN DE SOORT IN DE ZEESCHELDE

De pijlstaart is een matig talrijke grondeleend in de Zeeschelde met seizoensmaxima die meestal schommelen rond de 1% norm (Fig. 23). Tijdens de meeste jaren arriveren ze in september-oktober en bereiken de aantallen in de Zeeschelde (+ Rupel Wintam) een maximum in december. Tegen eind maart zijn nagenoeg alle vogels naar de broedgebieden vertrokken (Fig. 25). Alhoewel zeer grote concentraties aan pijlstaarten in de Zoute Delta en in Saeftinghe verblijven worden relatief weinig pijlstaarten geteld op de slikken voor het Verdrongen land van Saeftinghe en in het algemeen in het nabijgelegen deelgebied 1 (Fig. 26). De grootste concentraties aan pijlstaarten vinden we in het gebied tussen Rupel- en Durmemonding (deelgebied 5) en in de aanpalende deelgebieden stroomop en stroomaf. Op de Rupel-Wintam verblijft ook een relatief grote concentratie aan pijlstaarten (R) en het aantal op de Rupel stroomop lijkt toe te nemen de laatste jaren (Watervogel Database) (Fig. 26). De verschillende deelgebieden vertonen een verschillend seizoenaal patroon (Fig. 27). Ysebaert et al. (1999) suggereren dat pijlstaarten opschuiven naar de Beneden Zeeschelde bij kouder weer later in het seizoen. Het proportioneel belang van brakker gebieden wordt inderdaad groter (Fig. 27). Het patroon lijkt echter niet te beantwoorden aan een stroomafwaartse migratie omdat het patroon voornamelijk bepaald wordt door de aantalsflux in deelgebied 5. In deze zone verblijven hoge aantallen in het begin van het winterseizoen (cf. hoge biomassa Oligochaeta). Deze vogels lijken zich te herverdelen naar alle andere belangrijke deelgebieden (dus zowel brake als zoete deelgebieden) zonder een duidelijk stroomafwaarts migratiepatroon.

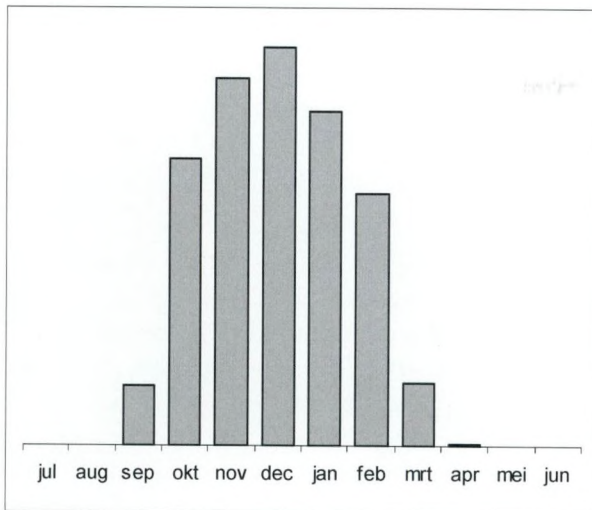
De trend van het aantal overwinterende pijlstaarten in de Zeeschelde volgt niet de stijgende Vlaamse trend (Figs. 22, 23, 24). De index schommelt sinds halfweg de jaren '90 rond het stabiele punt (100%; Fig. 24). De trend is verschillend in de deelgebieden (DG) (Fig. 28). Er is merkbaar een negatieve trend in het aantal pijlstaarten die voorkomen in de Beneden Zeeschelde (stroomaf Antwerpen), terwijl de tendens sterk positief is op de Rupel (Wintam) (Van den Bergh et al., 2007) en tussen Rupel- en Durmemonding (DG5). Matig positieve toename (globaal over de jaren heen) zien we in DG4 en 6.



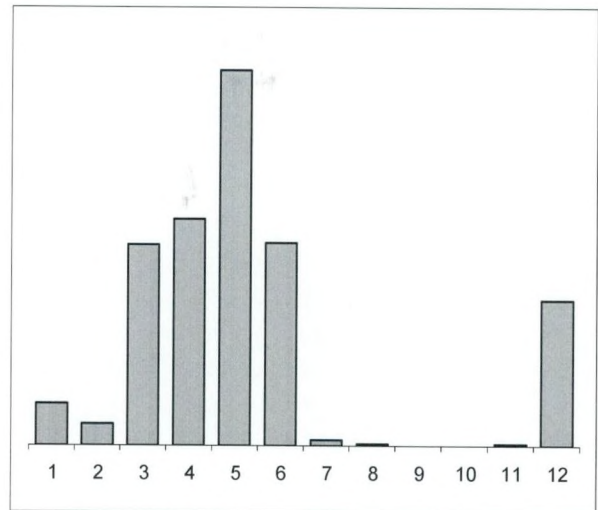
Figuur 23. Wintermaxima (okt.-mrt.) van de pijlstaart in de Zeeschelde in de periode 1991-2005. Gestippelde lijn = 1% norm.



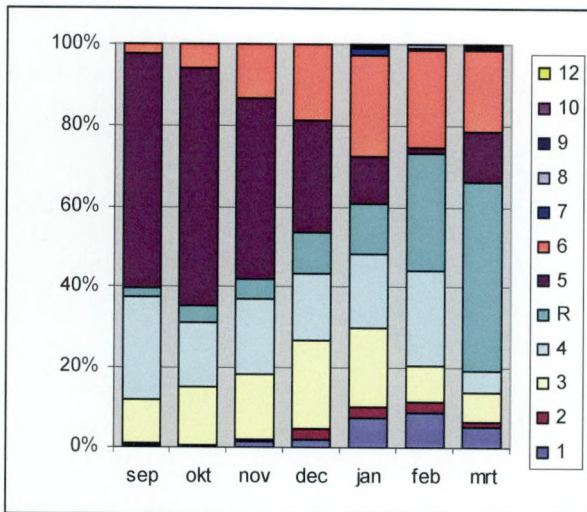
Figuur 24. Trend van de pijlstaart in de Zeeschelde (incl. Rupel) in het winterseizoen (okt.-mrt.) in de periode 1995-2005..



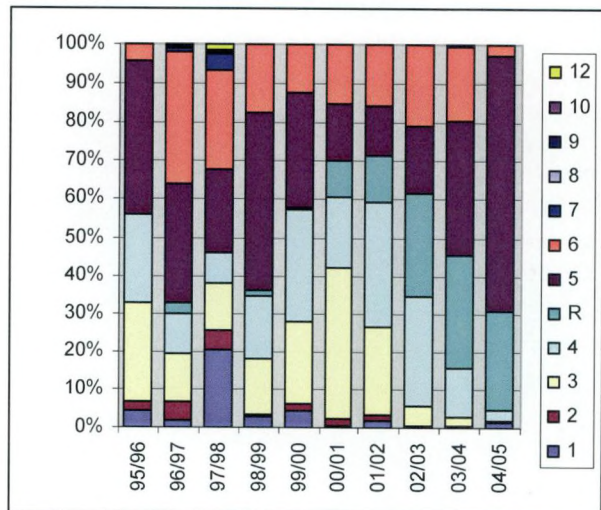
Figuur 25. Seizoenaal voorkomen van de pijlstaart in de Zeeschelde (incl. Rupel - Wintam) in de periode 1991-2005.



Figuur 26. Belang van de deelgebieden (zie Fig. 1) gebaseerd op de som van alle waargenomen pijlstaarten in de periode 1995-2005.



Figuur 27. Seizoenaal patroon van pijlstaarten in verschillende deelgebieden van de Zeeschelde over de periode 1995-2005 (zie Fig. 1 voor deelgebieden legende).



Figuur 28. Het voorkomen van de pijlstaart in de deelgebieden (zie Fig. 1) van de Zeeschelde voor periode 1995-2005.

C VOEDSELKEUZE EN FOERAGEERGEDRAG IN HET OVERWINTERINGSGBIED

Algemeen

De pijlstaart is een omnivoor waarbij het dieet aanzienlijke verschillen tussen locatie en seizoen vertoont (Cramp & Simmons, 1977). Het plantaardig materiaal bestaat voornamelijk uit zaden, knollen en wortelstokken van een grote variëteit aan planten uit zowel zout-brakke als zoete milieus. De soort voedt zich ook op akkers met granen, rijst en aardappelen en consumeert *Chara* en andere algen. Het dierlijk voedsel bestaat uit een waaier aan insecten (waterkevers, muggen, libellen, ... en de respectievelijke larven), ook molluscan (o.a. *Hydrobia*) en crustaceae (*Gammarus*, *Artemia*, ...). Over het algemeen domineert plantaardig materiaal in de herfst en winter, terwijl dierlijk voedsel in de aanloop naar het broedseizoen en in de zomer belangrijker wordt (Cramp & Simmons, 1977). In een estuarien milieu was de belangrijkste voedselbron *Hydrobia* aangevuld

met een zaaddieet (Olney, 1965 in Owen et al., 1986). Oligochaeta worden in de literatuur niet vermeld als belangrijke voedselbron voor pijlstaart.

Er is relatief weinig informatie te vinden over het dieet, gedrag en habitat vereisten van de pijlstaart, maar vast staat dat de pijlstaart een opportunistische soort is (Owen et al., 1986). Het voedsel wordt meestal verzameld op een diepte van 10-31cm, voornamelijk door 'upending' (F4) (Fig. 43). De pijlstaart heeft een langere nek dan andere *Anas* spp. waardoor dieper bodemvoedsel kan verzameld worden in eenzelfde habitat. Deze morfologische adaptatie en de afstand tussen de lamellen zijn bij grondeleenden naar voor geschoven als de belangrijkste evolutionaire aanpassingen in het bepalen van de niche van verschillende soorten eenden in dezelfde habitats (Pöysä et al., 1994; Nudds et al., 2000; Guillemain et al., 2002), meer dan een fysiologische verklaring (Miller, 1984). Soms voedt de pijlstaart zich ook op het land al pikkende (graan, zaden etc.) of door wortelstokken of knollen uit te graven. In de Camargue, Louisiana, Senegal, en Iran foerageerden pijlstaarten voornamelijk 's nachts en werd er overdag vooral gerust (Tamisier, 1976).

Zeeschelde

In de Zeeschelde zijn tot nu toe nog geen voedsel-ecologische of gedrag studies uitgevoerd met de pijlstaart als studieobject. Van de pijlstaart wordt vermoed dat de soort méér dan andere soorten gebruik maakt van hoogwatervluchtplaatsen. Blokkersdijk was een belangrijke uitwijkplaats voor pijlstaarten bij hoogwater afkomstig van het slik aan de Kennedytunnel. Deze foerageerplaats werd minder interessant voor pijlstaarten (idem bergeend) in de tweede helft van de jaren 90 en nu worden hier nog zelden pijlstaarten gezien. Een relatief groot aantal pijlstaarten gaat overtijen op het Noordelijk Eiland (Wintam) (ingericht als natuurgebied mei 1999) en Broek De Naeyer te Willebroek. Meer specifieke kennis over het gedrag en de voedselkeuze in de Zeeschelde ontbreekt.

4.3.6 Tafeleend – *Aythya ferina*



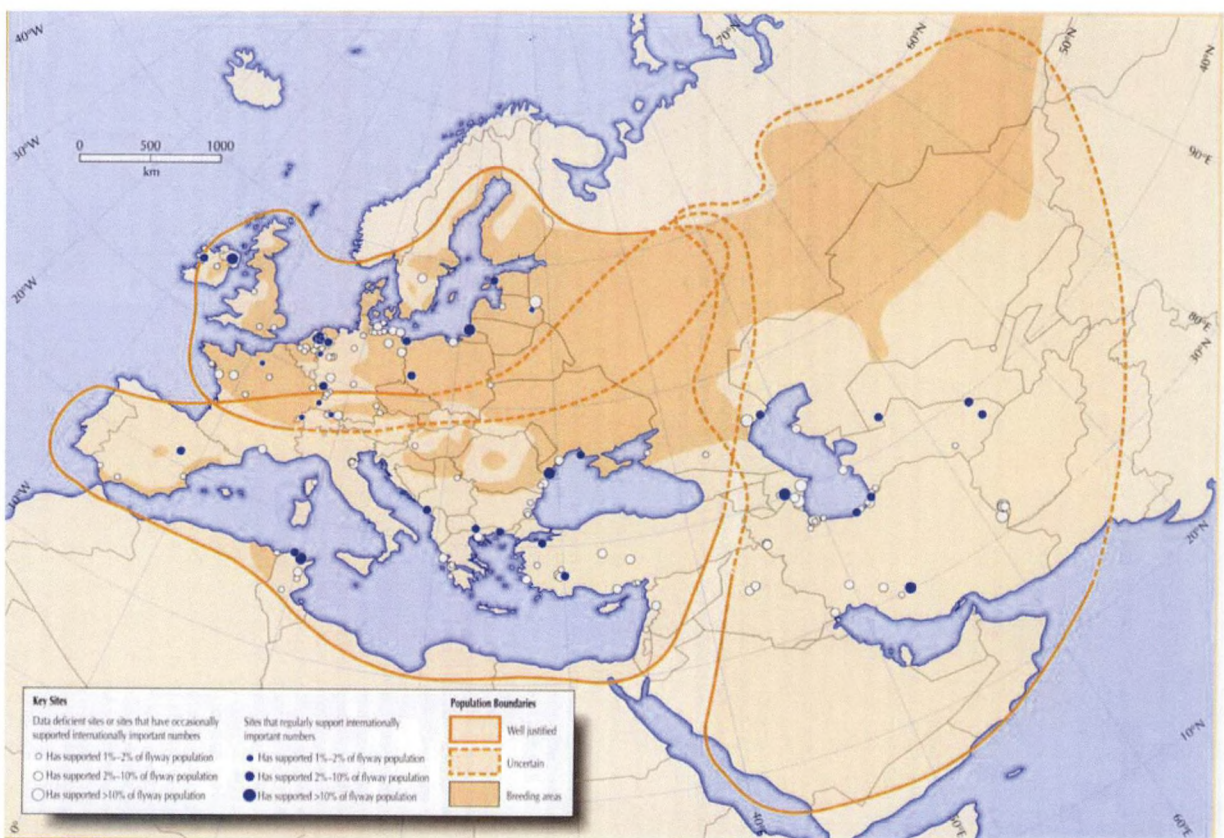
[Foto T. Ysebaert]

A DE POPULATIE EN OVERWINTERING

De Noordwest-Europese overwinteringspopulatie (NWEp) wordt geschat op 350.000 individuen (Delany & Scott, 2002). Of het werkelijk om een discrete populatie gaat valt echter sterk te betwijfelen. De tafeleend is oorspronkelijk een steppesoort van Centraal-Azië maar ze breidde zich de laatste decennia uit naar continentaal- en West-Europa. De soort mijdt het hoge noorden (Fig. 29) (Scott & Rose, 1996). De afkomst van overwinteraars lijkt zeer divers en veelal een bonte mengeling van lokale broedvogels, Oost-Europese tot Centraal-Aziatische dieren (Scott & Rose, 1996; Kershaw, 2002). Bovendien lijkt de uitwisseling van dieren tussen regio's niet onwaarschijnlijk omdat paarvorming vaak gebeurt in het voorjaar in de overwinteringsgebieden (Lebret, 1961).

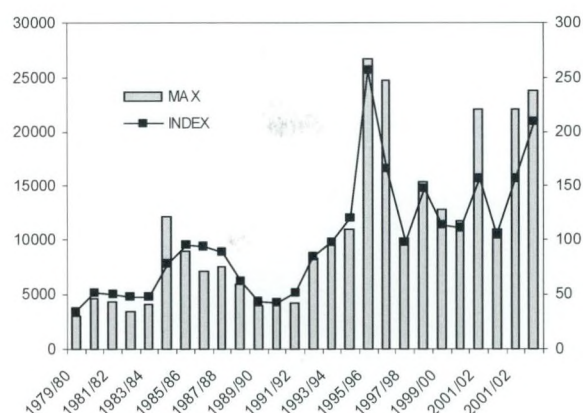
De Noordwest-Europese populatie is stabiel sinds 1970. De laatste jaren wordt een kleine globale terugval in de populatie opgemerkt, terwijl trends verschillen tussen landen (Birdlife International, 2004). De soort is gevoelig voor koudegolven (wifjes meer dan mannetjes) en reageert prompt door het wegtrekken naar westelijk en zuidelijke richting (vaak van continentale naar Atlantische klimaatszones) (Ridgill & Fox, 1990). Dit resulteert vaak in een opmerkelijk influx van tafeleenden in onze contreien gedurende strenge winters (b.v. de winters van 1995/96 en 1996/97) (Devos et al., 2001). Opvallend is het differentiële migratiepatroon tussen de seksen. Vrouwtjes migreren meer naar zuidelijke gebieden en moeten daar gemiddeld verder voor vliegen dan mannetjes. In Groot-Brittannië vertonen tafeleenden de hoogste sexratio (man/vrouw) van alle eendachtigen (Owen & Dix, 1986). Ook in Vlaanderen tellen de groepen voornamelijk mannetjes. Er bestaan verschillende hypothesen om dit fenomeen te verklaren. De kleinere vrouwtjes zouden sneller gevoelig zijn voor koude; mannetjes overwinteren noordelijker om sneller terug te kunnen keren naar de broedgebieden om de meest geschikte plaatsen te kunnen veroveren; of door intersexuele competitie worden de wifjes verder naar het zuiden gedwongen (Carbone & Owen, 1995). Nochtans, op schaal van de site, foerageerden wifjes op gelijkwaardige voedselplaatsen dan mannetjes (Marsden & Bellamy, 2000). Mogelijk heeft het eerder arriveren van de mannetjes, door verschillen in ruitrek, op de dichtste, beste overwinteringsplaatsen het effect dat vrouwtjes moeten doorvliegen omdat deze plaatsen al ingenomen zijn door mannetjes (Kershaw, 2002).

Om te broeden verkiezen tafeleenden plassen met een hoge productie aan onderwaterplanten. Gedurende de winter worden vaak grotere waterpartijen verkozen, brakke kustgebieden en estuaria waar ze vaak in grote groepen samenzitten (Scott & Rose, 1996). Deze waterlichamen zijn bij voorkeur minder dan 3m diep (Owen et al., 1986). De meeste vogels die in onze streken overwinteren zijn afkomstig van Scandinavië, Noord-Duitsland, Centraal- en Oost-Europa. Het is onduidelijk of de lokale broedvogels wegtrekken dan wel ter plaatse blijven (Vermeersch et al., 2004). Britse broedvogels zijn resident (Fox & Stawarczyk, 1997). Belangrijke overwinteringsplaatsen zijn Lough Neagh (Noord-Ierland, $\pm 7\%$ NWEp), recent hoge aantallen op het Veluwemeer (Nederland, $\pm 5\%$), Bodensee in Centraal-Europa ($\pm 10\%$ NWEp). De Zeeschelde hoort sinds enkele jaren ook thuis in dit lijstje (zie onder). In Frankrijk ligt het wintermaximum op ± 50.000 individuen maar grote concentraties boven de 1% norm zijn zeldzaam (Anonymus, 2005). In Vlaanderen is een stijgende trend waarneembaar sinds begin de jaren 90. De aantallen schommelen sterk tussen de jaren (Fig. 30). De oorspronkelijk nooit geziene aantallen bij de koude influx 1995-1997 worden sinds 2000 herhaaldelijk benaderd en lijken minder gecorreleerd aan koud weer dan voordien (Watervogel Database).



Figuur 29. Verspreiding van tafeleend. Populaties omlijnd; Donker oranje broedgebied; blauwe punten belangrijke overwinteringsgebieden (Scott & Rose, 1996).

Figuur 30. Wintermaxima en trend index van de tafeleend in Vlaanderen tijdens het winterhalfjaar (okt-mrt) 1979-2003. (Trend index volgens Van Roomen et al., 2004).

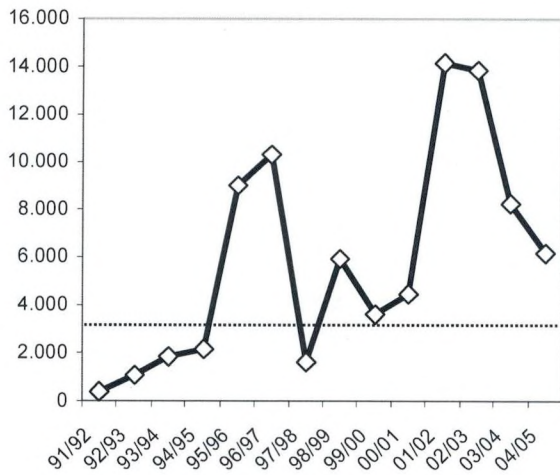


B DE TREND EN STATUS VAN DE SOORT IN DE ZEESCHELDE

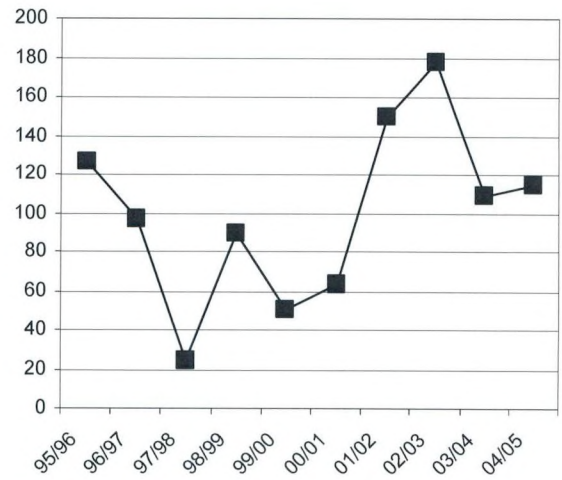
Begin de jaren 90 overwinterden relatief kleine groepen tafeleenden op de Zeeschelde. Echter vanaf de tweede helft van de jaren 90 noteerde men regelmatig internationaal belangrijke aantallen (Wetlands International, 2002 – 1% norm) (Fig. 31). Hierbij verbleef tot 4% NWEp in de Zeeschelde, waardoor de Zeeschelde tot de topgebieden van Noordwest-Europa behoort. De Zeeschelde evolueerde van toevluchtsoord tijdens strenge vorstperiodes naar een vast overwinteringsgebied met wisselende aantallen maar een algemeen stijgende trend (Fig. 32) (Van den Bergh, 2003). Gedurende strenge vorstperiodes (winters 95/96 & 96/97) was het merkbaar dat door het toevriezen van binnendijkse plassen en zijrivieren (b.v. Rupel) héél wat tafeleenden hun toevlucht zochten op de Zeeschelde. Opvallend was dat de vogels hun toevlucht zochten in meer stroomopwaarts gelegen deelgebieden van de Zeeschelde (Fig. 35). Dit komt overeen met de zone van de Zeeschelde waar de meeste ijsvorming werd vastgesteld. De tafeleenden concentreerden zich hier dan ook in grote groepen op de ijswakken (Ysebaert et al., 1998; Devos et al., 1998). Een stijgend aandeel van de tafeleenden concentreert zich gedurende de laatste winters in deelgebied 5.

Tafeleenden vertonen een geconcentreerd toekomen en wegtrekken (Fig. 33). Slechts kleine aantallen zijn aanwezig in de Zeeschelde in oktober en de piek zien we pas in december en januari. De exodus is vanaf februari en tegen halfweg maart worden nog maar kleine aantallen geteld (Fig. 33). Gedurende de zomermaanden worden nauwelijks tafeleenden waargenomen in de Zeeschelde. Er zijn dan ook geen buitendijkse broedgevallen in de Zeeschelde maar wel in nabijgelegen binnendijkse gebieden langs de Beneden-Zeeschelde nabij Antwerpen (90-100 paren). De hoogste aantallen broeden op Blokkersdijk en De Kuifeend (Vermeersch et al., 2004). Blijkbaar foerageren deze eenden niet (althans niet overdag bij laag water) op de Zeeschelde.

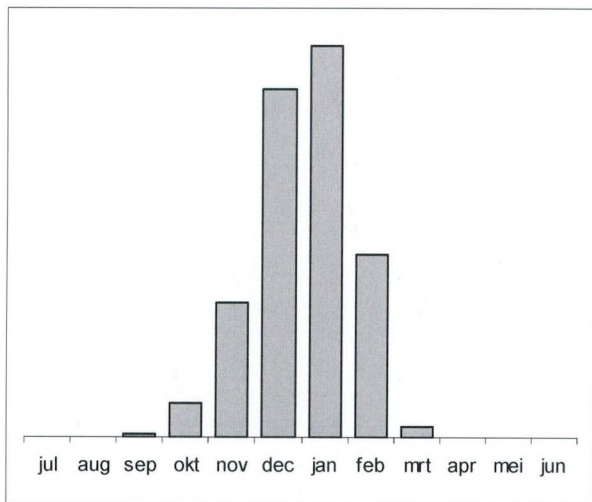
De spreiding van de overwinteraars is niet uniform in de Zeeschelde (Fig. 34) en wordt beïnvloed door koudepieken (Fig. 35). De twee extreme winters van 1995/96 en 1996/97 beïnvloedden sterk het algemene seizoenale patroon in de Zeeschelde (Fig. 36) en werden daarom niet opgenomen in de gegevensset van Fig. 36. Deelgebied 5 en 6 herbergen veruit de grootste concentratie aan tafeleenden gedurende een volledig seizoen. In de loop van een winterseizoen worden relatief meer tafeleenden geteld in de zone Rupel – Wintam (Fig. 36).



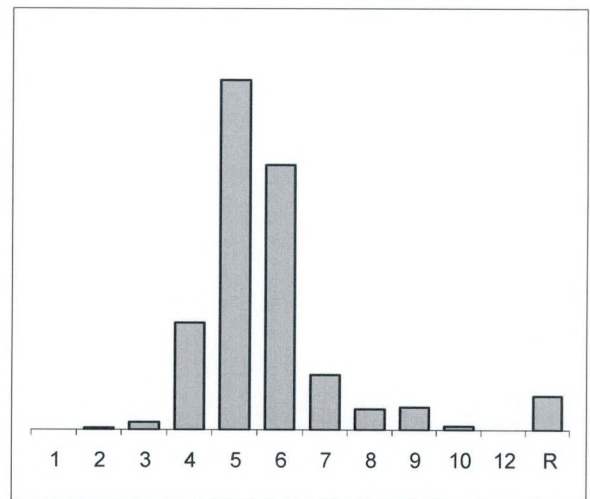
Figuur 31. Wintermaxima voorkomen tafeleend 1991-2005. Gestippelde lijn = 1% norm.



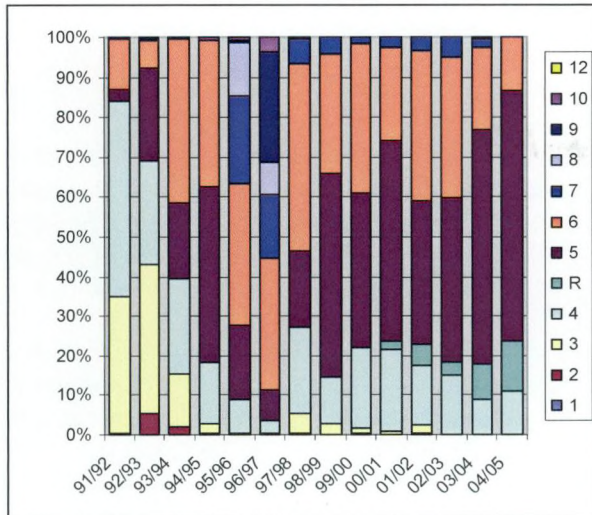
Figuur 32. Trend van de tafeleend in de Zeeschelde (incl. Rupel) in het winterseizoen (okt.-mrt.) in de periode 1995-2005.



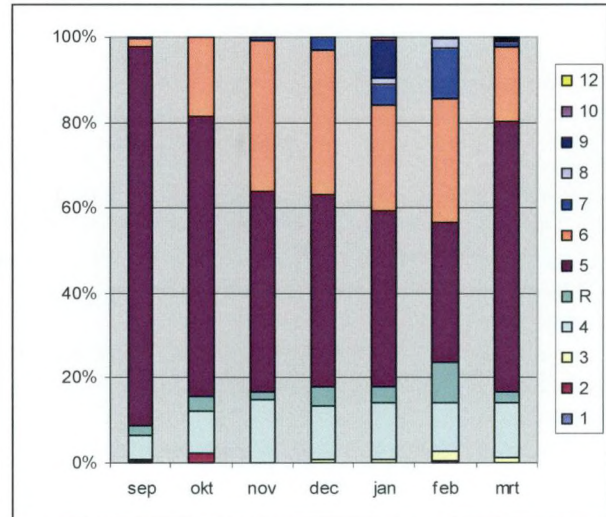
Figuur 33. Seizoenaal voorkomen van tafeleend in de Zeeschelde (incl. Rupel - Wintam) in de periode 1991-2005.



Figuur 34. Belang van de deelgebieden (zie Fig. 1) gebaseerd op de som van alle waargenomen tafeleenden in de periode 1995-2005.



Figuur 35. Proportioneel belang van verschillende deelgebieden (zie Fig. 1) voor de tafeleend in de Zeeschelde over de periode 1991-2005. De winters 95/96 & 96/97 waren extreem koud.



Figuur 36. Seizoenaal patroon van tafeleenden in verschillende deelgebieden van de Zeeschelde over de periode 1997-2005 (zie Fig. 1 voor deelgebieden legende). Exclusief aantallen 1995/96 en 1996/97 (extreem koude winters).

C VOEDSELKEUZE EN FOERAGEERGEDRAG IN HET OVERWINTERINGSGBIED

Algemeen

Tafeleenden consumeren zowel plantaardig als dierlijk voedsel en de proportie plant:dier varieert met het seizoen en per lokaliteit. In veel gebieden wordt plantaardig voedsel verkozen (Cramp & Simmons, 1977). Voedsel wordt hoofdzakelijk verzameld door te duiken, hierbij is het groepsgedrag niet synchroon (bij kuifeenden is dit meer synchroon). Soms foerageren ze ook door te grondelen, al zwemmend met nek en hoofd onder water of in de waterlijn (Szijj, 1965; Olney 1968). De meeste studies stellen een geprefereerde duikdiepte tussen 1-3m, maar soms duiken tafeleenden tot op een diepte van 5m (Szijj, 1965; Willi, 1970; Phillips, 1991). Hierbij observeerde Willi (1970) dat vrouwtjes minder lang (en minder diep) duiken en minder diep water verkozen in vergelijking met mannetjes. De gemiddelde duiktijd is ongeveer 13-16 sec, maar dit kan oplopen tot 30 sec, toenemend met de diepte waarop men foerageert. De intervallen tussen de duiken is ongeveer 5 sec (Olney, 1968; Cramp & Simmons, 1977). Actief foeragerend zowel 's nachts als overdag (Willi, 1970). In sommige gebieden verschuift het foerageerpatroon in de loop van het seizoen van overwegend nachtelijke foerageren tijdens het begin van de zomer naar voornamelijk overdag later op het seizoen (Suter, 1982). Andere studies tonen geen seizoenal veranderend patroon (Marsden, 2000) en observeren eerder een vast ritme waarbij gependeld wordt tussen rust- en foerageergebied. Dit gebeurt o.a. ook in het Veerse Meer en Grevelingenmeer waar de tafeleenden 's nachts foerageren op het zoutere meer en overdag respectievelijk zitten op (minder zoute) omringende kreken en het zoete Haringvliet (Boudewijn, 1989; pers. comm. P.L. Meininger). In deze gebieden zoeken de tafeleenden voornamelijk 's nachts naar voedsel (Marsden, 2000). Tafelenden zijn gevoelig voor verstoring (Willi, 1970; Evans & Day, 2001).

Het meest frequent geconsumeerde plantaardig voedsel zijn kranswieren (*Chara* spp.) en zaden van voornamelijk fonteinkruid (*Potamogeton* spp.). Buiten het broedseizoen verblijven de vogels soms in gebieden met weinig of geen plantengroei. In deze gebieden domineert vaak dierlijk voedsel. In Zwitserland en Engeland waren muggenlarven (Chironomidae) en Oligochaeta (*Tubifex*) de belangrijkste voedselbron (Willi, 1970; Phillips, 1991; Marsden & Bellamy, 2000). Bij afname of tekort aan benthosvoedsel is detritus een mogelijke voedselbron (Willi, 1970). Het lijkt erop dat de tafeleenden zich in bepaalde gebieden of regio's specialiseren op abundant aanwezige voedselbronnen (Willi, 1970). Zo anticeperden ze ook op de sterke uitbreiding van de exoot *Dreissena polymorpha* (driehoeksmossel) in West-Europa (van Eerden et al., 1997; Werner et al., 2005).

Zeeschelde

Bij het schrijven van dit verslag is de verwerking van de resultaten betreffende een voedsleecologische studie bij tafeleend nog onvolledig (B. Tessens, pers. comm.). Enkele algemene observaties waren: tafeleenden volgen een getijafhankelijk ritme overdag, waarbij ze de grootste foerageeractiviteit vertonen bij afgaand water. De duikeenden foerageren voornamelijk in het subtidaal (en niet op de intertidale slikplaten). De benthosstalen genomen op de overeenkomstige foerageerplaatsen tonen een grote dichtheid aan Oligochaeta, dus vermoedelijk vormen deze invertebraten de hoofdmoot van het dieet in de Zeeschelde. Er werden geen driehoeksmosselen gevonden in de benthosstalen. Wanneer ze niet foerageren gaan de vogels in dichte groepen bijeen gaan zitten om te slapen. Daarvoor worden luwe plekken uit de hoofdstroming gekozen zoals de sluis in Wintam of in luwte van steenstoringen (b.v. aan de Notelaer).

5 De onderzoekstechnieken – bespreking en evaluatie

5.1 Vangtechnieken

Verschillende onderzoeksvragen vergen direct contact met de vogel. Afhankelijk van de onderzoeksvraag moeten veel of weinig vogels gevangen worden, is het belangrijk dat de vogels snel worden behandeld (b.v. kropspoeling) en is voederen al dan niet een optie. Algemeen gesteld is het belangrijk dat vogels gevangen worden met minimale verstoring en met een optimale zorg voor de vogel. Het vangen van vogels in een getijdensysteem als de Zeeschelde stelt een aantal praktische problemen waarmee de vanger wordt geconfronteerd indien het van belang is dat vogels buitendijks worden gevangen. Het getij op zich, de grote getijamplitude, de stroming en vuilvracht zijn enkele problemen. De belangrijkste redenen om vogels te vangen in de Zeeschelde zijn (a) om hen individueel te merken (kleuren, bezenderen, labels, ringen), (b) om informatie te verkrijgen over hun dieet en conditie.

Doordat het moeilijk is om vogels te vangen buitendijks zal deze stap in een onderzoeksstrategie goed moeten uitgewerkt worden en kan het gesteld worden dat deze procedure de bottleneck zal zijn voor een aantal onderzoeksstrategieën, bovendien moet aandacht besteed worden aan de bias die kan optreden bij langdurige vangstpogingen met voederen of door kooi-fuiksystemen die mogelijks enkel bepaalde dieren aantrekken (b.v. de zeer hongerige, i.e. zijnde in slechte conditie) of slechts bruikbaar zijn voor bepaalde soorten.

Een uitgebreid overzicht van alle mogelijke vangtechnieken is terug te vinden in het werk van Hans Bub (1991). Enkel de meest toegepaste en mogelijk bruikbare technieken in de Zeeschelde worden hieronder (kort) besproken.

5.1.1 Kanonnet



Figuur 37. Afschieten kanonnet (foto N. De Regge)

Projectielen waaraan een net vasthangt worden over de vogels geschoten. Het opstellen van een dergelijk systeem vereist opleiding en ervaring.

Evaluatie: Pro: mogelijk veel vogels per vangst; het opstellen en de vangst gebeurt over een relatief korte tijdspanne waardoor de methode minder tijd vergt in vergelijking met b.v. fuiken die minstens dagelijks moeten gecontroleerd worden. Mits een geschikte opstelling zou het mogelijk kunnen zijn om vogels te vangen die foerageren.

Contra: het aantal geschikte plaatsen buitendijks langs de Zeeschelde is beperkt. Meerdere mensen zijn nodig om zo snel mogelijk de vogels te bevrijden van onder het net. Vangsucces zal aanzienlijk lager liggen zonder voederen. Er is verstoring van het gebied door het afschieten van het net.

5.1.2 Fuik systemen

Een kooisysteem om vogels te vangen – meestal passief en met voedsel of een (nep) lokvogel (Fig. 38, 39). Vangsystemen die voedsel als lokmiddel gebruiken zijn mogelijk aantrekkelijk voor vogels die in minder goede conditie zijn of verder gevorderd bij het broeden (Grand & Fondell, 1994; Sutherland et al., 2005). Dergelijke systemen zijn moeilijk inzetbaar buitendijks langs de Zeeschelde omwille van de grote getijamplitude. Misschien zijn drijvende fuiksystemen een optie (zie Bub pg. 100). Dergelijke systemen lijken echter voornamelijk interessant als vangstmogelijkheid in aangrenzende binnendijkse gebieden.



Figuur 38. Grote fuik (foto N. De Regge)



Figuur 39. Kleine fuik (foto N. De Regge)

5.1.3 Mistnetten

Het principe van deze techniek is dat aanvliegende watervogels de fijne netten niet zien en verstrikt geraken. De techniek wordt veel gebruikt voor andere vogelgroepen (zangvogels,...) maar minder voor eenden (Bub, 1991). Echter in principe is de techniek toepasbaar op nagenoeg elke soort maar sommige soorten ontwijken de netten beter dan andere. De techniek is relatief succesvol bij het vangen van zee-eenden (Bowman, 2002). Bowman (2002) beschrijft praktisch het opstellen van de netten en de keuze van de materialen. Dergelijke techniek is moeilijk toepasbaar op het kleiig slik. Op zandig vlakke slikplaten zijn er wel mogelijkheden. Mistnetten zijn toepasbaar in binnendijkse gebieden. Het gebruik zal praktisch geëvalueerd moeten worden.

5.1.4 Eendenkooi

Het systeem van een eendenkooi is een vorm van lokvangst, door een uniek samenspel van tamme eenden, de kooikerhond en de kooiker. Een gebied moet op een bepaalde manier ingericht zijn om functioneel te kunnen zijn als eendenkooi: een relatief grote centrale plas (min. 200 m² en 50 cm diep), met verschillende vangpijpen aan de verschillende kanten van de plas in een relatief beschutte omgeving⁴.

Deze ambacht wordt momenteel niet meer uitgevoerd langs de Zeeschelde, en hoewel oorspronkelijk bedoeld voor de vangst van jachtwild voor consumptie kan een eendenkooi systeem ook waardevol zijn voor wetenschappelijk (ring) onderzoek. De laatst in gebruik zijnde eendenkooi was deze in Bornem. De nodige inrichtingswerken zijn hier echter nodig om terug een functionele kooi te krijgen en professionele uitbating is nodig om de kooi te onderhouden en (wetenschappelijk) te laten renderen.

⁴ <http://www.eendenkooi.net/>

Evaluatie: De bruikbaarheid van een eendenkooi binnen een onderzoek naar watervogels in de Zeeschelde is onzeker. De uitwisseling van eenden tussen de (eventueel in te richten) kooiplas en het studiegebied en de potentie om ook andere soorten dan wilde eenden te vangen moet nader onderzocht worden. Een zekere sturing in de te vangen soorten is mogelijk (D. Karelse, Stichting Eendenkooi, pers. comm.). Een eendenkooi systeem zou interessante informatie kunnen aanleveren over de overwinteringsstrategie (oorsprong en verplaatsingen van eenden) en over de conditie van de overwinterende vogels.

5.2 Dieetonderzoek

Het dieet van eenden kan onderzocht worden op verschillende manieren. Hierbij is de resolutie van de verschillende technieken verschillend. Dit gaat van extreem arbeidsintensieve observatie, over gastro-manipulatieve technieken tot indirecte onderzoekstechnieken van de vogels na vangst. Dieetonderzoek is ook mogelijk door experimenteel onderzoek in het labo waarbij verschillende onderzoekstechnieken kunnen toegepast worden in gecontroleerde omstandigheden. De verschillende opties worden hieronder besproken per techniek en geëvalueerd.

5.2.1 Observatie

A VELDOBSERVATIE

Evaluatie: intensieve veldobservatie is voornamelijk informatief over het foerageergedrag en de habitatkeuze van de watervogels (zie § 5.3). Voor zwem- en duikeenden in de Zeeschelde is voedsel-identificatie in het veld onmogelijk, dit in tegenstelling tot b.v. steltloperonderzoek waar men relatief vaak de prooi kan identificeren (vooral bij grote soorten steltlopers met beperkte prooi-keuze).

B VIDEO-OBSERVATIE IN HET VELD

Evaluatie: deze techniek levert voornamelijk informatie over het gedrag van de vogels (intensiviteit, activiteitsprotocol) (zie § 5.3.1) en zijn net zoals directe observatie onbruikbaar voor voedselidentificatie.

C VOEDSELBEMONSTERING OP FOERAGEERPLAATSEN

Observatie is een krachtig hulpmiddel indien foerageerterreinen gelijktijdig geanalyseerd worden op voedselaanbod. Dit werd bijvoorbeeld in de Zeeschelde gedaan voor wintertaling (Dethier, 1997), bergeend (Beyen, 1994) en de tafeleend (Tessens, 2006) (zie § 4.3). Het is belangrijk dat de voedselbemonstering volledig gebeurt waarbij alle potentiële voedselbronnen in acht worden genomen. De bovengenoemde studies deden geen analyses van biomassa microphytobenthos, zaden of detritus. Deze voedselbronnen kunnen mogelijk ook (tijdelijk) een belangrijke voedselbron zijn. Hendrickx (1997) vond tijdens een verkennende studie, op hetzelfde slik als waar de studie van Dethier (1997) plaatsvond, weinig zaden op het slik. Deze staalname was echter beperkt, ondervond methodologische problemen om zaden in water te kwantificeren en sluit niet uit dat zaden op sommige tijdstippen toch belangrijke voedselbronnen zijn.

Observatie gekoppeld aan analyse van voedselaanbod is arbeidsintensief en levert geen direct bewijs voor opname van de voedselbronnen omdat selectief kan gefoerageerd worden of omdat het voedsel niet beschikbaar is voor de vogel (te groot, te klein, te diep in de bodem etc.). De onzekerheid over het opgenomen voedsel en dus de kans op selectief foerageren wordt bovendien groter naarmate meerdere voedselbronnen aanwezig zijn in het foerageergebied. In de Zeeschelde is de dominantie van één voedselbron, namelijk *Oligochaeta*, een goede indicatie voor het belang van deze prooi als potentieel voedsel voor van de doelsoorten. Echter, indien de vogels gericht selecteren (naar zaden of detritus) of partikels uitfilteren over de lamellen kan de werkelijk opgenomen fractie anders zijn dan de bulk aan voedsel beschikbaar. Bovendien is opname nog steeds géén garantie voor werkelijke assimilatie van het voedsel door de vogel.

Voor-én-na bemonstering. Op gekende foerageerplaatsen kan het mogelijk zijn om foerageerplots af te bakken en te bemonsteren op voedselbiomassa voor en na een foerageerperiode. Zo kan men achterhalen welk voedsel wordt geconsumeerd en men kan een schatting maken van de geconsumeerde biomassa. De foerageerdruk in de plot moet precies geobserveerd worden en om de resultaten interpreteerbaar te houden is het wenselijk dat er slechts 1 soort in de plot voorkomt

tijdens het experiment. Men moet rekening houden met andere predatoren in het gebied (b.v. vissen).

Een soort voor-en-na bemonstering werd uitgevoerd door Thompson (1982). Hij onderzocht in detail de foerageerplek van bergeenden. Dit was mogelijk doordat kuiltjes in het sediment achterbleven met aan de randen vermoedelijk gezeefd sediment. Dit 'leeggegeten' sediment werd vergeleken met sediment waar niet gefoerageerd werd (zie § 4.3.2C).

De voedselbemonstering-op-foerageerplaatsmethode is in de Zeeschelde nog uit te breiden naar de kraakeend en de pijlstaart, twee doelsoorten waar een gecombineerde analyse van foerageerplaats en voedselaanbod nog niet werden uitgevoerd.

Evaluatie: Pro: informatief, relatief eenvoudig uit te voeren, geen peperdure analyse technieken. Contra: voornaamste probleem is de blijvende onzekerheid over het werkelijk opgenomen voedsel door de eenden. (Matig) Arbeidsintensief: afhankelijk van de exacte vraagstelling

Advies: Een verkennende observatie studie (zie ook § 5.3, 5.4.2A) gekoppeld aan een voedselaanbod studie is van groot belang om bijkomende gegevens te verzamelen over de mogelijke voedselbronnen bij de watervogels. Zeer weinig informatie is beschikbaar voor kraakeend en pijlstaart.

Naast benthos zou het interessant zijn om een idee te krijgen over het aanbod aan zaden, detritus en microphytobenthos in de bovenste lagen van het sediment en van algen op breuksteen.

5.2.2 Gastro-manipulatieve technieken

A DIRECT ONDERZOEK VAN SPIJSVERTERINGSSTELSEL

Vaak toegepast in landen waar jacht op doelsoorten nog toegestaan is (Moody 1970; Ballard et al., 2004). Directe post-mortem vertering moet verhinderd worden door het direct chirurgische verwijderen van de slokdarm en de krop en bewaring op b.v. ethanol.

Evaluatie: Snel resultaten, goedkoop. Hou rekening met de snelle vertering (afschot tijdens foerageren is noodzakelijk om herkenbare voedselresten te hebben). Deze onderzoekstechniek is afhankelijk van de wettelijke jachtvoorschriften. Langs de Zeeschelde (o.a. Vogelrichtlijn gebied) is jacht verboden en alle soorten hebben een beschermde status.

B KROPSPOELING EN BRAAKMIDDELEN

Kropspoeling

In de literatuur of door bevraging werd geen referentie gevonden dat deze techniek ooit werd toegepast of getest bij eenden. De techniek wordt succesvol (representatieve staalname en weinig vogelsterfte) toegepast bij pinguïns, allerhande zeevogels (meeuwen, alkachtigen,...) (e.g. Wilson, 1984; Ryan & Jackson, 1986) en zangvogels (zowel insectivoren als zaadeters) (e.g. Gionfriddo, et al., 1995 en referenties hierin). Bij analyse van de gespieerde maag van zaadeters is het nodig dat de vogel bijzonder rustig is en soms wordt de vogel verdoofd b.v. Gionfriddo et al. (1995). Moody (1970) beschrijft een volledige spoeling van het spijsverteringskanaal bij zwaluwen waarbij de voedselpartikels uit de cloaca naar buiten komen. Bij zaadeters was dergelijke techniek niet mogelijk door de meer gespieerde maag.

Methode: De spoeltechniek vereist het voorzichtig inbrengen van een plastic darmpje (diam. 4-5 mm) in de slokdarm – krop van de eend. Het uiteinde van het darmpje moet goed afgerond zijn (b.v. even in de vlam smelten) en glycerine aan het uiteinde kan gebruikt worden om het inbrengen te vergemakkelijken. Het doorduwen naar de spiermaag is niet nodig of zelfs ongewild omdat we geïnteresseerd zijn in het (bijna) onverteerde voedsel aanwezig in de slokdarm en krop.

Zorg ervoor dat het darmpje gevuld is met spoeloplossing alvorens in te brengen anders pomp je de vogel vol lucht. De vogel wordt dan verticaal omlaag gehouden, nek gestrekt gehouden en een zoutoplossing (0.9%) of gewoon water op lichaamstemperatuur wordt zachtjes ingespoten (± 10 sec). De exacte hoeveelheid zal getest moeten worden – ter referentie een lijster (± 80 g): 4 ml; maar voor volledige spiermaagspoeling van een huismus tot b.v. 40 ml (Gionfrido, et al., 1995). Na het inspuiten verwijdt men snel het darmpje – de vogel braakt. Indien niet, kan de procedure herhaald worden (Ford et al., 1982). De periode van inspuiten moet kort zijn omdat adempauzes voor de vogel nodig zijn! De inhoud van de krop kan opgevangen worden in een trechter afgedicht met filterpapier of gaasdoek.

Evaluatie: Ford et al. (1982) beschouwen deze techniek als één van de meest geschikte onderzoeksmethoden bij insectivore zangvogels: relatief gemakkelijke en snelle staalname (vangen buiten beschouwing gelaten; zie § 5.1), relatief vogelvriendelijk en herhaalbaar. B.v. op 2000 spoelingen bij zangvogels 1 slachtoffer (Bensing (1977) in Ford et al. (1982)). De techniek wordt best uitgevoerd door twee personen (iemand om de vogel te behandelen en iemand om trechter vast te houden). Een zeker leerproces om handig te worden in de techniek is nodig. Bij sommige zaadeters en soorten met een krop verloopt een spoeling moeilijker (Gionfrido et al., 1995).

Of de techniek praktisch toepasbaar is op eenden is niet geweten. Om dit te achterhalen werden twee experimenten uitgevoerd op vogels die gevangen werden om te ringen en nadien werden vrijgelaten. Beide pogingen waren niet succesvol (De Regge pers. comm.; pers. obs.). Zowel de pijlstaart als de bergeend vertoonden geen braakneigingen en bij vrijlating ondervonden de vogels (schijnbaar) geen hinder. Zowel bij pijlstaart als bij bergeend werden tot 30 ml lauw water ingespoten – dit is mogelijks te weinig en bij volgende experimenten zou meer volume getest moeten worden of een continue stroom van water (toegepast bij duiven – Browning (1959) – pers. comm. M.R. Miller). Voornamelijk bij het experiment met de pijlstaarten was er mogelijks een té lange periode tussen het toepassen van de kropspoeling en het foerageren waardoor de krop misschien al leeg was. Voldoende mensen moeten aanwezig zijn om de vogels snel uit de netten te halen en vervolgens zo snel mogelijk te kropspoelen. Bijkomende experimenten zijn nodig om de bruikbaarheid van de techniek te evalueren.

Of de slokdarm en krop inhoud informatief zullen zijn over het ingenomen voedsel is ook afwachten. Voorvertering in de krop van zacht voedsel (zoals *Oligochaeta*) kan snel verlopen (Swanson & Bartonek, 1970). Deze auteurs stelden bij Amerikaanse wintertaling vast dat reeds na 10 minuten alle vlokreeftjes (*Hyaella*), 82 % van de slakjes en 24% van de vliegenlarven waren verteerd in die graad dat visuele herkenning niet meer mogelijk was. Om deze techniek bruikbaar te evalueren zou de vangst van de vogels dus moeten gebeuren op het slik en wel op het moment dat ze foerageren. Om een idee te krijgen van de voedsel assimilatie is het wellicht aan te raden om deze techniek toe te passen in combinatie met stabiele isotoop analyse (zie § 5.2.3C) (cf. Créach et al., 1997).

Emetica (braakmiddelen)

In de literatuur of door bevraging werd geen referentie gevonden dat deze techniek ooit succesvol werd toegepast of getest bij eenden. Verschillende braakmiddelen zijn op de markt. De meest gebruikte zijn braakwijnsteen ('tartar – kalium antimonium wijnsteen') en apomorfine. Braakmiddelen worden voornamelijk gebruikt bij zaadetende vogels omdat het bij vogels met een kropmaag moeilijker is om een maagspoeling effectief te laten verlopen. Bij zangvogels zijn goede resultaten beschreven voor beide braakmiddelen: effectief, nagenoeg onschadelijk, betrouwbare resultaten, meerdere malen te gebruiken (Lederer & Crane, 1978). Tartar zou het meest veilige middel zijn maar wel nog toxisch (Poulin & Lefebvre, 1995) en de effectiviteit sterk soortafhankelijk (Duraes & Marini, 2003). Apomorfine is een van morfine afgeleid middel (dopamine), echter zonder de pijnstillende en verslavende werking van morfine. Apomorfine is een component in medicatie gebruikt voor oa erectiestoornissen en bij de behandeling van Parkinsonpatiënten. Andere braakmiddelen zijn kopersulfaat, hidergyne, digitaline (Chaney & Kare, 1966).

Methode: een specifieke hoeveelheid afhankelijk van het braakmiddel en het gewicht van de vogel worden toegebracht. Dit gaat via het oog voor apomorfine (ter absorptie) (Valera et al., 1997) of tartar wordt oraal toegediend met een buisje in de slokdarm aan een concentratie van 1.2% gedoseerd in 0.8ml/100g lichaamsgewicht (Poulin & Lefebvre, 1995; Duraes & Marini, 2003). De vogels worden in een gesloten container geplaatst en braken, voor de meeste soorten waarbij het middel aanslaat, binnen de 20 minuten. De vogels kunnen onmiddellijk terug vrijgelaten worden.

Evaluatie: Het is momenteel niet geweten of deze techniek aanslaat bij eenden. Braken levert zowel inhoud van de slokdarm, de krop als de spiermaag op. Dit is minder wenselijk aangezien de zachte invertebraten moeilijk zullen terug te vinden zijn in de totale hoeveelheid. Bovendien is, zelfs bij een ideale vangst (= tijdens het foerageren), een wachttijd van ± 20 minuten waarschijnlijk te lang omwille van de hoge verteringssnelheid (zie boven). Dit zou echter moeten getest worden specifiek voor eenden en vogels foeragerend in de Zeeschelde.

5.2.3 Indirecte onderzoekstechnieken

Het gebruik van indirecte technieken kent de laatste jaren een opmars bij het analyseren van vertebraten hun dieet. Dit heeft te maken met de onethische aspecten gekoppeld aan directe manipulatie van de vogels (Litvaitis, 2000). Hierbij zijn er verschillende technieken om de interacties te bestuderen tussen de consument en de mogelijke voedselbronnen. Deze zijn radio-isotoop labelen, stabiele isotopen analyse, electroforetische detectie van voedsel isoenzymen, kwantitatieve vetzuuranalyse, de detectie van prooi pigmenten door chromatografische analyse, de detectie van voedselproteïnen door het gebruik van polyklonale en monoklonale antilichaam technieken en DNA-gebaseerde technologie.

A SCATOLOGIE

Indien directe observatie technieken ontoereikend zijn, is het onderzoek van feces een andere mogelijkheid om voedselopname te bestuderen. Scatologie (studie van feces) is een wetenschap die verschillende onderzoekstechnieken kan aanspreken. De studie van feces met behulp van deze technieken wordt besproken onder de respectievelijke technieken: stabiele isotoopanalyse van feces (paragraaf 5.2.3C); moleculaire scatologie (paragraaf 5.2.3F). Hieronder behandelen we i) de inzameling van feces; ii) de microscopische studie; iii) de algemene evaluatie van feces als onderzoeksobject bij eenden.

Verzamelen van feces

Het verzamelen van (propere) keutels in het veld is op de Zeeschelde slikken niet mogelijk door de getij invloed, bovendien keutelen de meeste eenden in het water. De beste optie is verse keutels verzamelen na het vangen van de eenden, waarbij elke eend gedurende korte tijd in een propere zak wordt gehangen (of gezet) in afwachting van het ringen. Vele eenden deponeren dan feces in de zak (Collier, 1991). De op deze manier verkregen keutels zijn veruit het beste startmateriaal voor isotopen en DNA onderzoek. Ze zijn vers – dus niet of nauwelijks gecontamineerd met fungi – en proper (Symondson, 2002). De keutel kan onmiddellijk diepgevroren worden op vloeibaar stikstof of in een bufferoplossing (b.v. ethanol, afhankelijk van welke analysetechnieken men zou willen toepassen) gebracht worden.

Microscopische studie feces

Microscopische studie van feces is bruikbaar indien er onverteerbare resten overblijven. In dit opzicht zijn herbivoren relatief dankbare studieobjecten doordat de epidermis vaak niet verteert (Owen, 1975) [zie b.v. Metcalfe (1960) voor epidermis identificatie]. Ook resten van molluscan zijn

vaak nog identificeerbaar nadien. Echter veel invertebrate resten zijn bijzonder moeilijk te vinden (fragmentatie) en moeilijk te identificeren (Major, 1990; Rosenberg & Cooper, 1990). Praktische tips bij de keutel voorbereiding, om het tellen te vergemakkelijken, zijn te vinden in Green & Tyler (1989). Het aanleggen van een referentiecollectie is een bijzonder handig hulpmiddel om identificatie van het voedsel te versnellen. Bos & Schefferlie (1988) onderzochten feces van bergeend en beschrijven een techniek om diatomeeën beter zichtbaar te maken in de feces. Voor eenden in de Zeeschelde is de microscopische studie van de keutels nog niet grondig uitgetest en de techniek kan mogelijk interessante data opleveren. Beyen's (1994) keutelonderzoek leverde geen resultaten op, er werden echter slechts enkele stalen onderzocht. Bos & Schefferlie (1988) konden in de feces van bergeenden in de Westerschelde echter wel voedselpartikels identificeren in de feces (b.v. diatomeeën, *Hydrobia*, molluscan en macrobenthos).

Een van de grootste uitdagingen bij fecesonderzoek bestaat erin om een kwantificering te maken van het aandeel dat elke voedselbron heeft tot de totale biomassa geconsumeerd. Een analyse van de dieetsamenstelling op basis van feces zal resulteren in een bias in het voordeel van 'prooi' met meer onverteerbare resten. Deze problematiek kan gedeeltelijk onderbouwd worden door voederexperimenten om vertering na te gaan. De nauwkeurigheid van fecesonderzoek zal in sterke mate afhangen van de ervaring van de onderzoeker om herkenbare resten te identificeren.

Feces onderzoek is één van de meest diervriendelijke methodes. Echter bij eenden in de Zeeschelde lijkt vangst steeds noodzakelijk.

Evaluatie algemeen scatologie : Feces onderzoek levert informatie aan over het opgenomen, niet verteerde voedsel. Feces onderzoek levert geen informatie over het werkelijk geassimileerde voedsel door de vogels. De weinige resten die men vindt van een bepaalde prooi kan erop duiden dat de prooi zelden geconsumeerd wordt, ofwel zijn alle identificeerbare delen verteerd. Om dit fenomeen in te schatten is het nodig om vogels in gevangenschap te voederen met verschillende potentiële voedselbronnen en feces te analyseren op overblijfselen (Dekinga & Piersma, 1993).

B RADIO-ISOTOOP LABELLEN

Deze techniek berust op het toevoegen van radioactieve merkers in het ecosysteem en is nuttig in het traceren van b.v. elementen doorstroming. Een opzet zou kunnen zijn: gemerkte *Oligochaeta* in het slik brengen en deze op te volgen naar hogere trofische niveaus.

Evaluatie: De praktische haalbaarheid om specifiek gemerkte voedselbronnen in het natuurlijk systeem in te brengen lijkt niet haalbaar. Bovendien zou men juist die watervogels moeten vangen die foerageerden op de plaats waar de merker werd toegevoegd. Door het mobiele karakter van vogels is dit onmogelijk. Deze techniek werd verder niet benaderd.

C STABIELE ISOTOOP ANALYSE

Van nature komen verschillende verhoudingen van isotopen voor in het milieu. Stabiele isotopen verhoudingen worden bepaald door een isotopen massa spectrometer. Hierbij wordt de verhouding van de zware en lichte isotopen bepaald in het staal en vergeleken met een standaard (Lajtha & Michener, 1994). De meeste ecologen gebruiken de stabiele isotoop ratio van koolstof ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) en stikstof ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) om een dieetreconstructie uit te voeren. De bruikbaarheid van de techniek ligt in het feit dat elk prooi-organisme een welbepaalde isotopen signatuur vertoont en deze kan doorgeven aan hogere trofische niveaus. Dit proces wordt beïnvloed door een hele reeks van chemische en fysische processen die discrimineren voor een zwaar of licht isotoop. Door de isotopen signatuur van de mogelijke voedselbronnen en de consument te bepalen kan men achterhalen in welke mate voedselbronnen werden geconsumeerd. De verhouding van stabiele stikstof isotopen kan gebruikt worden om de trofische positie te bepalen van een consument omdat het $\delta^{15}\text{N}$ typisch toeneemt met 3-4‰ relatief ten opzichte van zijn dieet. In contrast hiermee is de nagenoeg stabiele ratio van koolstof isotopen ($\delta^{13}\text{C}$) in een voedselketen ($\approx 1\text{‰}$ toename per trofisch niveau) (Fry & Sherr, 1984) maar zie bijvoorbeeld Bearhop et al. (2002) voor een $\Delta^{13}\text{C}$ tot

7‰ bij een vetrijk dieet. Bovendien is er ruis op het signaal mogelijk door (voedsel) stress en door verschillen in activiteitsgraad van de vogel (Hobson & Clark, 1992b; Bearhop et al., 2002).

Over het algemeen is het mogelijk om aan de hand van koolstof signatuur de ultieme koolstof-voedselbron te traceren indien voedselbronnen met een verschillende signatuur geconsumeerd worden (Rounick & Winterbourn, 1986; Peterson & Fry, 1987). Echter bij complexe dieetsamenstelling of voedselaanbod of wanneer het dieet is samengesteld uit voedsel met gelijke isotopen signatuur is men met deze techniek niet in staat de samenstelling van het dieet te achterhalen (b.v. Hobson 1993) (zie Tabel 2 en evaluatie).

De meest gebruikte weefsels bij vogels om stabiele isotopen analyses op uit te voeren zijn veren, spierweefsel en bloed. Het is echter ook mogelijk om stabiele isotoopanalyse te doen op andere weefsels zoals beenderen, lever (Hobson & Clark, 1992), klauwen (Bearhop et al., 2003) en op de uitgedemde lucht (Hatch et al., 2002).

De '**weefsels**' verschillen op een aantal belangrijke punten. Ten eerste is er de verschillende bemonsteringsmethode. Zo kunnen bepaalde weefsels (b.v. beenderen, lever, spierweefsel) pas verzameld worden na het doden van de vogel. Deze destructieve staalname is geen optie en wordt niet verder besproken [occasionele slachtoffers die gevonden worden buitendijks kunnen eventueel wel in aanmerking komen]. Ten tweede moet men rekening houden met de metabolisch actieve periode van de weefsels. Gedurende deze periode wordt de isotoop signatuur gevormd. Bijvoorbeeld veren krijgen een signatuur in overeenstemming met met het geconsumeerde voedsel in het ruigebied. Metabolisch actieve weefsels zoals bloed kennen een continue turn-over en kunnen informatie geven over elk gebied waar de vogel verblijft. Hiermee samenhangend is elk weefsel dus gekarakteriseerd door een bepaalde signaalreferentie. Hiermee wordt bedoeld de periode over dewelke het weefsel een isotopensignatuur geeft. Bijvoorbeeld de bloedplasma signatuur beslaat de periode 5-6 dagen voor de bemonstering [halveringstijd bij kraai (gewicht: 400g): 2.9 dagen] (Hobson & Clark, 1993). Voor volledige bloedanalyse is een plaatstrouw nodig in het gebied van minimaal 3 weken omdat een halveringstijd voor eenden gerapporteerd wordt tussen de 11 en 26 dagen (Hobson & Clark, 1992; Haramis et al., 2001). Deze halveringstijd is soort- en dieetafhankelijk (b.v. Haramis et al., 2001). Veren geven informatie over een dieet samenstelling gedurende een volledige ruiperiode (b.v. Hobson & Clark, 1992; Thompson & Furness, 1995). Klauwen groeien traag maar continu (b.v. een klauw is vernieuwd na \pm 100 dagen bij zangvogels) (Bearhop et al., 2003). Ze zijn niet bruikbaar om een isotopen signaal af te lezen van vogels die recent arriveerden, maar ze kunnen potentieel op het einde van de overwinteringsperiode een signatuur geven in overeenstemming met met het voedsel geconsumeerd in het overwinteringsgebied. Men zou kunnen denken dat het niet nodig is om de volledige vernieuwing van de nagel af te wachten en enkel de basis van de klauw te gebruiken als referentiemateriaal. Er zijn echter aanwijzingen dat de groei van klauwen niet lineair noch zuiver vanuit het nagelbed gebeurt. Het is daarom raadzaam om een klauw niet als een soort tijdserie te beschouwen voor stabiele isotopen analyse (Bearhop et al., 2003) en een voldoende lange periode te wachten alvorens een isotopen signatuur te bepalen. Analyse van ademstalen van vogels levert één van de snelste signaturen op overeenkomstig met het geconsumeerde voedsel (halveringstijden: 4.4h (Geelstuitzanger, Podlesak et al., 2005), 3.5h (Rotsduif, Hatch et al., 2002)).

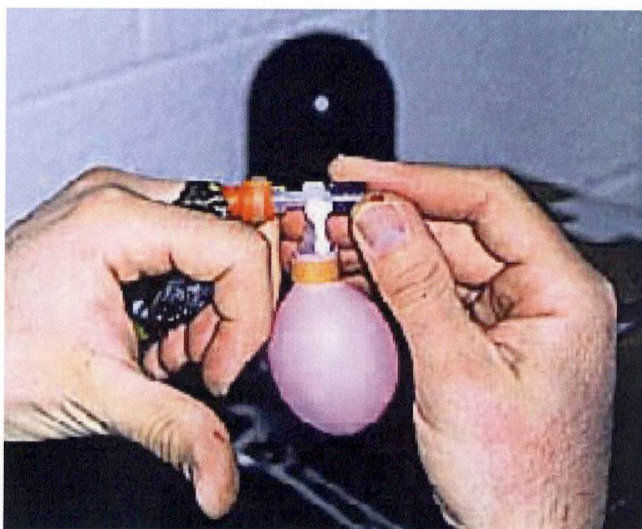
Stabiele isotoop analyse van **feces** gecombineerd met een parallelle bemonstering van mogelijke voedselbronnen is de meest betrouwbare manier om een isotopen signatuur op te stellen van het opgenomen voedsel. Echter niet van het geassimileerde voedsel. Wel omzeilt men op deze manier grotendeels het probleem van de mogelijke turn-over en kan de variabiliteit in isotopen signatuur van het voedsel in rekening gebracht worden.

Onze beperkte kennis over de overwinteringsstrategie en turn-over in de Zeeschelde zorgen ervoor dat totale bloedanalyse, rode bloedlichaampjes analyse en klauwanalyse mogelijk geen betrouwbaar signaal zullen geven. Bovendien is het te verwachten dat ruis op het signaal groot is, zelfs indien vogels langere tijd verblijven in de Zeeschelde, omdat de isotopensignatuur binnen de Zeeschelde (o.a. van detritus) bijzonder dynamisch is met grote seizoenschommelingen en sterk verschillend langsheen de saliniteitsgradient (Hellings et al., 2001; De Brabandere et al., 2002). De meest accurate analyse is te verwachten van een weefseltype met relatief snelle halveringstijd zoals uitgedemde lucht en bloedplasma. Dit reduceert het probleem van mogelijke turn-over en seizoenale verplaatsingen van vogels en seizoenale fluctuaties in isotoopsignatuur (door seizoenaal variabel allochtoon en autochtone bronnen) binnen de Zeeschelde. Bij stabiele isotopenanalyse van

feces moet men enkel kunnen verzekeren dat de vogels foerageerden op de Zeeschelde 2-3 uur voordien (Bruinzeel et al., 1997, hun appendix 1, retentietijd, zie 4.3.3C). De analyse zal in het ideale geval resulteren in een duidelijk signaal van het geconsumeerde voedsel. Indien hun dieet gemengd is – b.v. zaden, detritus en Oligochaeta – zal het moeilijker of onmogelijk zijn om de samenstelling te kwantificeren. Bovendien is er dus geen zekerheid dat het opgenomen voedsel dat doorheen het spijsverteringskanaal gaat een betrouwbaar signaal is van het werkelijk geassimileerde voedsel (verantwoordelijk b.v. voor de bloedplasma isotopensignatuur).

Methodologische opmerkingen:

- Alvorens veren te analyseren moeten deze grondig gereinigd worden aangezien ze veel vuil en vetstoffen kunnen vasthouden. B.v. sonicatie in gedestilleerd water en dan sonicatie in petroleumether.
- Bloedafname moet met de nodige voorzichtigheid en expertise gebeuren (Sutherland et al., 2004). Bloedplasma moet snel gescheiden worden van de rode bloedcellen, dit vereist de installatie van een klein veldlabo omdat het bloed binnen het uur gecentrifugeerd moet worden, overgebracht in cryo-buisjes en meteen op vloeibaar stikstof bevroren. Een andere optie is om de vogels te transporen naar een laboratorium. Dit brengt wel bijkomende stress teweeg.
- Analyse van adem gebeurt door het gebruik van een gezichtsmasker verbonden met een ballon. Deze ballon bevat resten zuivere zuurstof en hierin komt de uitgeademde CO₂ (masker op voor ong. 30-60 sec. voor kleine vogels voor eenden zal het waarschijnlijk volstaan om enkele keren te ademen om voldoende CO₂ te hebben voor de analyse). In het veld onmiddellijk overbrengen naar Exetainer tube (Labco, Buckinghamshire) met naald; stockeren bij kamertemp. Verwerking op Gasbench⁵ (b.v. Gasbench II on-line gas preparation) (Podlesak et al., 2005; Hatch et al., 2002). Deze techniek werd nog niet op eenden toegepast maar zou zeker moeten kunnen (K. Hatch pers. comm.). Het toestelletje om de eend in te laten ademen (zie Fig. 40) moet zelf gefabriceerd worden. Een spuit van 30 of 50 ml (wat het beste past) met hierover een flexibel stuk om over de eend zijn snavel te schuiven. Dit kan dunwandige latex buisje zijn maar waarschijnlijk het beste een stuk ballon ('latex punching balloon') (K. Hatch, pers. comm.).
- Om feces te analyseren naar stabiele isotopen: gevangen vogels gedurende korte tijd in propere zak stoppen en hopen op de productie van feces (Collier, 1991) of door het nemen van cloacale stalen. Voor een analyse is minimaal 20 mg materiaal nodig.
- Richtgetal voor sample grootte van het aantal eenden geanalyseerd in publicaties: Collier & Lyon, 1991: n= 16; Haramis et al., 2001: n=59.
- Houd rekening met de mogelijk verschillende voedselkeuze tussen mannen en vrouwen, adulten en onvolwassen vogels,...



Figuur 40. Een beademingtoestelletje om CO₂ op te vangen voor gaschromatografisch onderzoek, toegepast op een kleine zangvogel (foto K. Hatch)

⁵ Gasbench is (voorlopig) niet aanwezig op VUB (Lab. for Analytical and Environmental Chemistry) (F. Dehairs, pers. comm.)

Evaluatie: Alvorens stabiele isotopenanalyses worden uitgevoerd is het nodig de eerste voorwaarde te onderzoeken waaraan een voedselsysteem moet voldoen om succesvol deze techniek te kunnen toepassen: de potentiële voedselbronnen moeten verschillen in signatuur. Uit voorlopige gegevens (Tabel 2) lijkt dit een mogelijk probleem in de Zeeschelde: de signatuur van Oligochaeta en detritus zijn nagenoeg identiek voor C. Deze gegevensset berust echter op zeer weinig data en het verder verifiëren van deze gegevens is prioritair. Dergelijk onderzoek zou de grote seizoensale schommelingen, longitudinale variatie en variatie in de detritus fractie in rekening brengen (zie boven). Mogelijks zal de overlap tussen voedselbronnen voor $\delta^{13}\text{C}$ groot zijn. De $\delta^{15}\text{N}$ signatuur lijkt verschillend (Tabel 2).

Indien na verder onderzoek zou blijken dat er (toch) duidelijke signatuur verschillen zijn in de voedselbronnen dan zijn stabiele isotopenanalyse van bloedplasma en adem de meest geschikte methodes. Indien enkel $\delta^{15}\text{N}$ signatuur zou verschillen is enkel bloedplasma toepasbaar. Stabiele isotopen analyse van feces materiaal is niet aan te raden omwille van de onzekerheid dat opgenomen voedsel ook werkelijk het geassimileerde voedsel is.

Piloot project

Om stabiele isotopen analyse als geschikte methode te kunnen evalueren voor voedsleecologisch onderzoek in de Zeeschelde is een verkennende studie noodzakelijk omdat we nog te weinig achtergrond hebben over de signatuur van de mogelijke voedselbronnen.

Een dergelijke studie zou de analyse van minimaal 3 types materiaal moeten inhouden (Oligochaeta, grof particulier plantendetritus (incl. zaden) en sediment), een bemonstering in het volledige winterseizoen (b.v. om de twee maand) en een ruimtelijk patroon vervatten langsheen de saliniteitsgradient (b.v. 3 plaatsen in de Zeeschelde). Daarenboven moet de studie minstens 1 detail opname toevoegen om op kleinere schaal de patch verschillen te onderzoeken op een slik (b.v. 3 raaien elk bemonsterd van hoogintertidal tot subtidaal (minimaal 4 punten)). Het is van belang dat ook subtitaal wordt bemonsterd omdat het wel eens goed mogelijk zou kunnen zijn dat Oligochaeta hier een volledig andere signatuur hebben (cf. Hershey et al., 2006).

Deze kleine studie zoals hierboven beschreven met twee replica per staal komt ongeveer op een analysekost van 500-1400 euro afhankelijk van het labo en het voorbereidend werk dat men zelf kan doen [VUB: 21 Euro/staal C+N; Colorado Stable Isotope Laboratory⁶: 6-10 Euro/staal C+N ,exclusief verzendingskosten].

⁶ <http://www4.nau.edu/cpsil/Pricing.htm>

Tabel 2. Isotopen signatuur van potentiële voedselbronnen in de Zeeschelde

Datum analyse	Benthos stalen J. Seys 1997	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
10/07/1998	Oligochaeta Kallebeek 30/10/97	-27,78	14,48
10/07/1998	Oligochaeta Groot Buitenschoor 30/10/97	-24,41	19,24
10/07/1998	<i>Macoma baltica</i> , Groot Buitenschoor 30/10/97	-21,41	21,89
10/08/1998	<i>Heteromastus filiformis</i> , Groot Buitenschoor 30/10/97	-24,71	20,22
10/08/1998	<i>Corophium</i> sp. Groot Buitenschoor 30/10/97	-21,8	19,68

Andere gegevens (Middelburg & Nieuwenhuize, 1998)

Detritussignatuur afkomstig van organisch materiaal in water (o.a. oevervegetatie) $-28,9 \pm 1.1^{a,b}$ 12.0 ± 1.8^c

^a dit is vergelijkbaar met de resultaten van Hellings et al. (1999) die -28.4 melden voor oevervegetatie detritus

^b de koolstof signatuur is variabel langsheen de longitudinale as van het Schelde estuarium (toename van $-28.9 \pm 1.1\text{‰}$ in het zoetwater deel van het estuarium tot $-20.1 \pm 1.7\text{‰}$ in de Westerschelde) en verschillend naargelang de grootte van de deeltjes in de fractie (toenemende $\delta^{13}\text{C}$ signatuur met ongeveer 2‰ van fijn (vanaf $1 \mu\text{m}$) naar grove fractie (tot enkele mm))

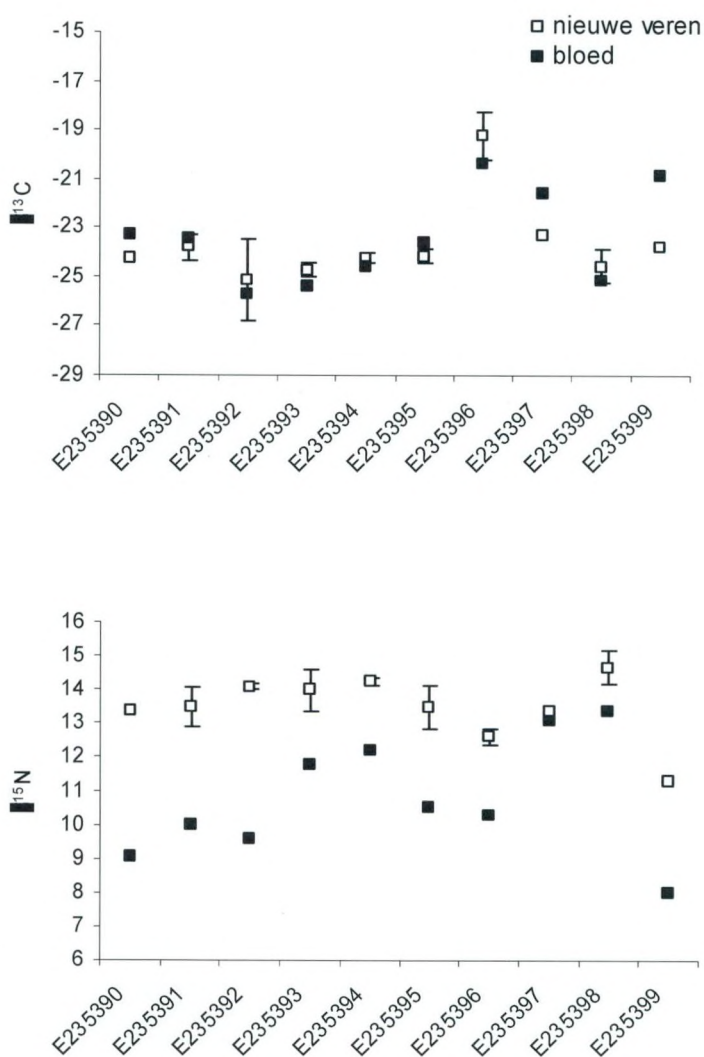
^c de stikstof signatuur is variabel langsheen de longitudinale as van het Schelde estuarium (gradiënt van $12.0 \pm 1.8\text{‰}$ in het zoetwater gedeelte Zeeschelde tot $9.5 \pm 0.9\text{‰}$ in de Westerschelde en met een maximum $\delta^{15}\text{N}$ in de zone tussen Antwerpen en de Rupelmonding. De $\delta^{15}\text{N}$ signatuur is ook verschillend naargelang de fractie van organisch materiaal bekeken: afnemende waarden (tot 4‰ afname) wanneer we kijken van de fijne fractie naar de grove fractie.

In een FWO project⁷ werd geprobeerd om de samenhang tussen alle trofische niveaus in het Schelde estuarium na te gaan met behulp van stabiele isotopen analyse.

Van een groep ruiende wintertalingen (zomer Notelaer, Temse) konden we vrijwel zeker stellen dat zij reeds meerdere weken ter plaatse verbleven. In totaal werden 67 veren en 12 bloedstalen geanalyseerd van 12 verschillende vogels.

De signatuur van verschillende pakketten ruiende veren van dezelfde vogel komen goed overeen; de signatuur van ruiende veren en van bloed van dezelfde vogel komen goed overeen voor $\delta^{13}\text{C}$; voor $\delta^{15}\text{N}$ ligt bloed lager en dit komt overeen met de sprong tussen twee trofische niveaus; de $\delta^{13}\text{C}$ gehalten van 10 vogels komen vrij goed overeen, 2 wijken hier behoorlijk van af; het beeld van $\delta^{15}\text{N}$ is zeer onduidelijk, de onderlinge verschillen zijn even groot als de sprong tussen twee trofische niveaus*; de analyses van oligochaeten en van detritus (twee mogelijke voedselbronnen) blijken geen redelijk verband te tonen met de analyses van de wintertalingen.

Deze analyses zeggen enkel iets over de 30 ruiende zomervogels en niets over de 15.000 overwinterende wintertalingen.



Figuur 41. $\delta^{13}\text{C}$ en $\delta^{15}\text{N}$ (‰) van 10 ruiende wintertalingen.

* Men zou dit zo kunnen interpreteren omdat voor de aanmaak van veren een extra synthese stap nodig is. In de literatuur lijkt dit niet steeds zo te zijn dat veren en bloedstalen een verschillend signaal geven (?). B.v. veren en bloed geven identieke waarden in Hobson & Clark (1992b) maar een sprong is te zien tussen veren en bloed in Bearhop et al. (2002).

⁷ Vorderingsverslag FWO G.0104.99

D ELECTROFORETISCHE DETECTIE VAN VOEDSEL ISOENZYMEN

Deze techniek is zelden gebruikt om het dieet van vertebraten te bestuderen (meer bij insecten) en is grotendeels vervangen door het gebruik van DNA-technieken (zie verder) (Symondson, 2002). Het principe is door krop- of spiermaaginhoud of feces te homogenizeren en op polyacrylamide gels te kleuren naar enzym activiteit. Hierbij ontstaat een bandenpatroon dat kan vergeleken worden met een bandenpatroon dat ontstaat nadat men dezelfde techniek toepast op controle stalen van elke potentiële voedselbron. Deze techniek is vaak niet specifiek en bijzonder complex voor soorten die een uitgebreid of gevarieerd dieet hebben (Symondson, 2002). Eén van de meest recente publicaties waar de techniek gebruikt wordt om het dieet van vogels te bestuderen is een studie over het visdieet van stormvogels (Freeman & Smith, 1998).

E KWANTITATIEVE VETZUURANALYSE OM DE DIEETSAMENSTELLING TE SCHATTEN

Deze techniek is relatief nieuw en bestaat uit het opstellen van specifieke vetzuursignaturen van de mogelijke voedselbronnen en van de vogel. De techniek berust op het feit dat een vetzuurpatroon het dieet reflecteert van de consument door een biochemische incorporatie van de vetzuren van het voedsel in de consument. De techniek is vergelijkbaar, qua output, met stabiele isotopen analyse maar kan een hogere resolutie aan de dag leggen doordat het mogelijk is om de dieetsamenstelling exacter te achterhalen (Irvinson et al., 2004).

De techniek is minder geschikt voor het onderzoek naar de dieetsamenstelling van overwinterende eenden omdat vetzuurpatronen de voedselopname reflecteren over een periode van 1-6 maanden. Deze periode is relatief lang om het winterdieet te onderzoeken, komt daarbij ook de onzekerheid m.b.t. turn-over van de vogels in het systeem waardoor het signaal onbetrouwbaar kan zijn. Vogels worden bemonsterd door bloed (plasma) afname (Käkelä et al., 2005).

F PCR- GEBASEERDE TECHNIKEN - MOLECULAIRE SCATOLOGIE

De meest eenvoudige techniek, microscopische onderzoek van de feces levert enkel informatie over de geconsumeerde prooien als er onverteerbare resten aanwezig zijn (zie § 5.2.3A). Om identificatie van het opgenomen voedsel vast te stellen zijn echter ook moderne technieken beschikbaar op een moleculair niveau, gebruik makende van ofwel voedsel-specifieke proteïne binding of door DNA sequencering. Deze technieken kunnen toegepast worden op vergevorderde verteringsresten in de maag (bekomen door afschot van het studieobject) of door de studie van de feces. Deze fijne detectie is voornamelijk mogelijk door het gebruik van PCR-technieken die het mogelijk maken om kleine hoeveelheden niet gedenatureerd DNA op te sporen in voedselresten. In de verdere bespreking ligt de klemtoon op fecesonderzoek, maar dit onderzoek kan ook op dode vogels van toepassing zijn.

Het ontwikkelen van antilichamen die een voedsel-specifieke proteïne binding aangaan en zo de identificatie mogelijk maken van het opgenomen voedsel werden tot nu toe zelden toegepast om de relatie te onderzoeken tussen dieet en vertebraten (bij pinguïns – polyklonale antilichamen; Walter et al., 1986). De meer specifieke monoklonale antilichamen werden nog niet gebruikt in het dieetonderzoek van vogels of andere vertebraten. De techniek is bijzonder efficiënt eens een antilichaam ontwikkeld is, maar vaak is het zeer duur om een antilichaam-kloon te maken. De laboratoria moeten specifiek uitgerust zijn en het kan snel een jaar duren voor één dieetcomponent-antilichaam ontwikkeld is (Symondson, 2002).

DNA-technieken zijn in dit opzicht veel interessanter. De uitdaging bestaat er hier voornamelijk in om bruikbare DNA-fragmenten terug te vinden in feces. Verse feces zijn belangrijk (Symondson, 2002). Recent werden twee doctoraten uitgevoerd om deze piste uit te testen (Sutherland, 2000; Casement, 2000). Deze onderzoekers bestudeerden het dieet van kool- en pimpelmees door moleculair feces onderzoek. Er volgden tot op heden geen publicaties uit de studies. Algemeen worden de resultaten beschreven door Symondson (2002). De doctoraten konden niet verkregen worden (beide auteurs zijn niet meer wetenschappelijk actief (W.O.C. Symondson, pers. comm.;

promotor is met pensioen; Oxford Library leent of kopieert de werken niet). De methode staat nog niet volledig op punt – maar is veelbelovend (W.O.C. Symondson, pers. comm.).

5.2.4 Experimenteel dieetonderzoek

Waarschijnlijk is een experimentele benadering, gezien de vele moeilijkheden om voedselconsumptie in het veld vast te stellen of indirect te meten, de meest directe manier om de consumptie van Oligochaeta of andere voedselbronnen (b.v. planten detritus onder de vorm van plantenfragmenten of zaden) op te meten. De vraag blijft of deze observatie ook geldig is voor natuurlijke situaties. Daarom moet bij elk microkosmos experiment de opzet zo natuurgetrouw mogelijk zijn.

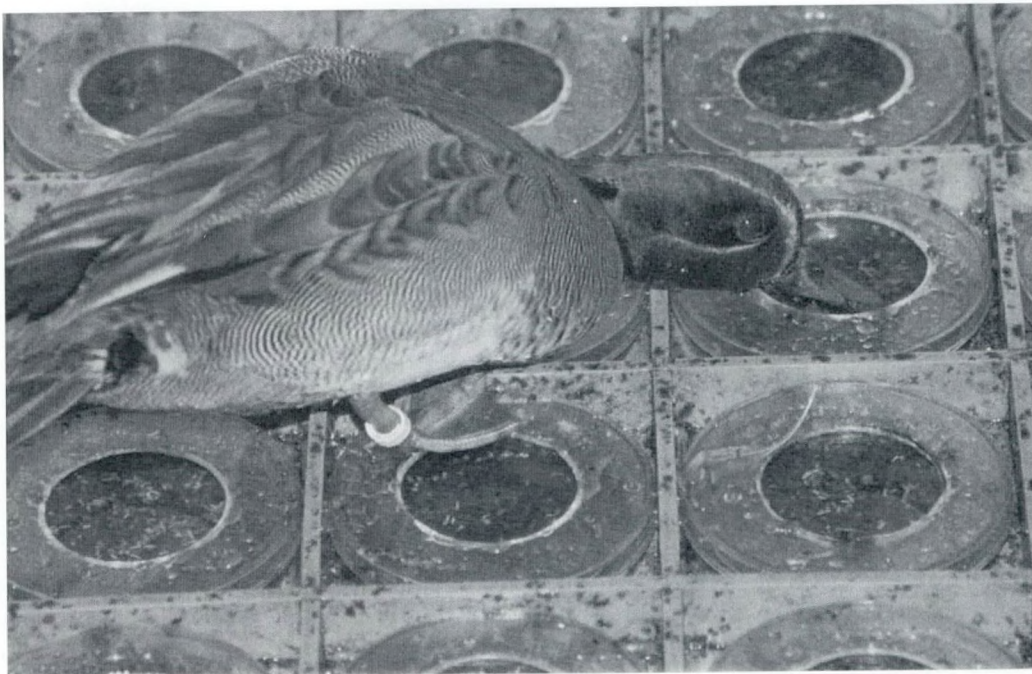
A MICROKOSMOS

Een experiment opzetten vergt een behoorlijke tijdsinvestering en logistieke input. Echter een dergelijk proefstation kan bruikbaar zijn om heel wat vragen uit het veld te toetsen in labo of halfnatuurlijke condities. De doelstelling van elk experiment zou moeten zijn om met een gegeven middel zoveel mogelijk hypothesen te toetsen die relevant zijn voor voedsel-ecologische onderzoek in de Zeeschelde.

Bijkomend aan het opmeten van foerageersnelheid, conditie, ed. kan een experiment b.v. de volgende hypothesen toetsen:

- De vogel is in staat om Oligochaeta te consumeren
- De vogel is in staat om te selecteren tussen Oligochaeta, zaden en plantenafval
- De opname van voedsel is positief gecorreleerd met de dichtheid en grootte van voedselpartikels
- De vogels herkennen en optimaliseren het gebruik van patches (gradiënt arm tot rijk)

Van Eerden & Munsterman (1997) voerden een voedsel-experiment uit met wintertaling (Fig. 42). Ze lieten de vogels foerageren op een experimenteel veldje van petrischalen waarin ze verschillende zaadsoorten en wisselende – gekende aantallen en massa aanboden (zie § 4.3.3C). Een vergelijkbaar proefopzet waarbij een simulatie van zeescheldeslikken gebeurt lijkt mogelijk doch complexer wegens de moeilijkere manipulatie van benthos (Oligochaeta) in vergelijking met zaden.



Figuur 42. Wintertaling tijdens een voedselexperiment (foto van Eerden & Munsterman, 1997).

B **EXCLOSURES**

Het gebruik van exclosures kan een mogelijkheid zijn om informatie te verkrijgen over de impact en selectie van voedsel door eenden in bepaalde habitats (Smith et al., 1986; Sutherland et al., 2004). Vaak is de impact van grondel- en duikeenden op de bentische invertebraten moeilijk in te schatten doordat veranderingen in densiteit en biomassa van het benthos een gecombineerd effect kunnen zijn van predatie en natuurlijke sterfte gedurende een seizoen.

Een aantal belangrijke aandachtspunten die men in acht moet nemen bij het opzetten van een exclosure-experiment wordt opgesomd door Sutherland et al. (2004). Zo mag een exclosure het gedrag van de vogels niet wijzigen in controle patches en moet men aandacht besteden aan het uitwerken van een ontwerp waarbij het microhabitat en microklimaat zo min mogelijk worden beïnvloed.

In een getijdensysteem stelt dergelijke aanpak nogal wat praktische problemen omdat sedimentatiepatronen ongewijzigd moeten blijven om controlecondities te behouden voor het benthos. De hoge vuillast in het water zorgt ook dat het plaatsen van vaste exclosures op het slik resulteert in een snelle toeslibbing van elk maaswerk. Literatuur over een exclosure aanpak voor eenden in een getijdensysteem werd niet gevonden.

Evaluatie: het plaatsen van exclosures kan interessante informatie opleveren over de relatie tussen eenden en de dynamiek van de voedselbronnen. Een systeem moet uitgedacht worden en praktisch geëvalueerd. Een mogelijke vorm van exclosures zou kunnen zijn het plaatsen van een 'drijvende-exclosure'. Dergelijke kooien die de getijamplitude volgen en omhoog drijven bij opkomend tij zouden mogelijks kunnen werken. Bij het ontwerp moet rekening gehouden worden met de grote getijamplitude en de stroming in de Zeeschelde. Een exclosure experiment is niet soort specifiek. Het leert ons iets over de algemene impact van predators op de aanwezige voedselbronnen.

Het toepassen van het tegenovergestelde principe: een inclosure benadering (vogels vangen en laten foerageren in afgesloten kooisystemen) lijkt niet adviseerbaar omdat dit praktisch op een slik moeilijk is (vogels moeten waterlijn kunnen volgen, en men moet rekening houden met de grote getij amplitude) bovendien is de mogelijke impact van een kooisysteem groot omdat vogels zich mogelijk niet natuurlijk kunnen verplaatsen en gedragen.

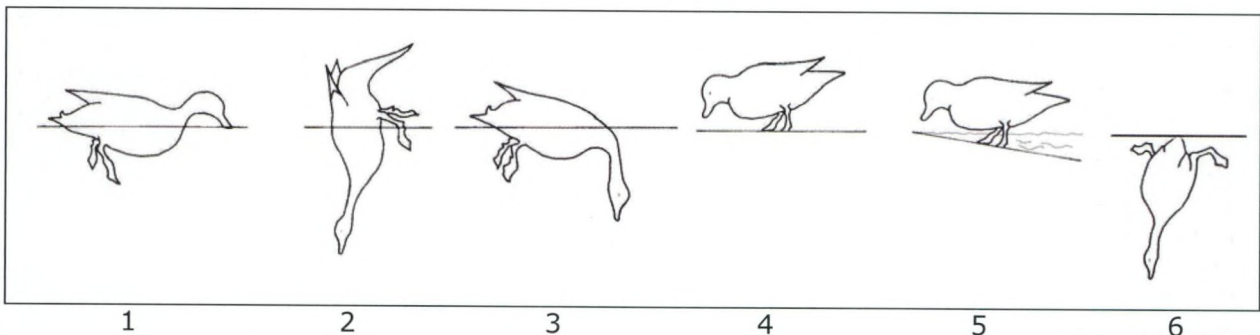
5.3 Foerageergedrag

Foerageergedrag, dieetonderzoek en terreingebruik zijn onderzoeksvelden die vaak samen worden bestudeerd. Door foerageeractiviteit te koppelen aan terreingebruik leren we meer over de functionele rol van habitats en kunnen we door voedselbemonstering op de foerageerplaats een idee krijgen over de dieetsamenstelling. Deze onderzoeksgebieden zijn dus sterk verbonden met elkaar maar in dit verslag enigszins opgesplitst.

5.3.1 Tijdsbudgettering

Het bepalen van een tijdsbudget kan nuttig zijn om statistisch bepaalde vragen te onderzoeken en bevindingen te ondersteunen. Dat kan gaan om verschillen tussen individuen, soorten of vogels van verschillende plaatsen. De twee belangrijkste methoden die gebruikt worden zijn intensiteitsprotocols (focal sampling) en activiteitsprotocols (scan sampling) (Altmann, 1974).

Bij intensiteitsprotocols wordt telkens één random gekozen individu gevolgd gedurende een bepaalde periode (meestal 5-10 min). Hierbij worden alle activiteiten genoteerd en gechronometreerd (b.v. foerageertype, verstoringrespons, verstoringduur, foerageertijd,...). Bij activiteitsprotocols worden alle dieren van een groep bekeken en geëvalueerd naar activiteit. Activiteitsprotocols leveren veel informatie voor soorten zoals eenden die in groep voorkomen. Intensiteitsprotocols zijn vooral geschikt bij solitaire vogels informatie te verzamelen en ze leveren bijkomende gegevens om interacties te bepalen tussen individuen en b.v. geslacht, waakactiviteiten, respons op verstoring, foerageerintensiteit, ...



Figuur 43. Verschillende courante types foerageergedrag bij de eenden in de Zeeschelde. 1: al zwemmend foerageren van het wateroppervlak; 2: grondelen (upending); 3: foerageren met nek en kop onderwater (head dipping); 4: foerageren op slijk (graven en slabberen) (scything, digging); 5: foerageren in de waterlijn (dabbling); 6: duiken (figuur gemaakt a.h.v. foerageermethoden beschreven door Szijj, 1965; Bryant & Leng, 1975).

Gedragsinformatie en tijdsbudgettering zijn ook mogelijke output van radiobezending. Bijvoorbeeld duikfrequentie kan geanalyseerd worden bij duikeenden. Dit kan zelfs relatief geautomatiseerd gebeuren door de ontvanger te filmen (Custer et al., 1996) of met (duurdere) datlogsystemen. Voor grondeleenden is automatische detectie van de lichaamspositie mogelijk door een sensor in te bouwen in een VHF zender. De puls-frequentie verandert wanneer de eend zich in een foerageerpositie, dan wel in rust- of poetspositie bevindt (Douglas & Pickard, 1992). Fysiologische gegevens zijn te verkrijgen door in de zenders sensors in te bouwen die kunnen b.v. lichaamstemperatuur, hartslag, beweging, etc. opmeten (Priede & Swift, 1992; Kenward, 2001).

5.4 Terreingebruik

Dit hoofdstuk behandelt verscheidene deelaspecten van terreingebruik en de potentiële onderzoekstechnieken. Onze kennis over de verplaatsingsdynamiek van individuen in de loop van een winter en de uitwisseling tussen binnen- en buitendijkse gebieden is momenteel zeer beperkt. De effecten van verstoring zijn ook grotendeels onbekend alsook de werkelijke functie van de verschillende habitattypes beschikbaar in de Zeeschelde.

5.4.1 Tellingen

Tellen is dé basistechniek om informatie te verzamelen over vogels in een bepaald gebied. Het belang van volgehouden systematische tellingen kan dan ook moeilijk overschat worden. Vaak wordt het belang van een estuarium uitgedrukt in termen van het aantal vogels die het gebruiken (b.v. Adriaensen et al., 2005). Echter monitoring van vogelaantallen is géén betrouwbare tool om de kwaliteit van een estuarium weer te geven. Er kan een vertraging zijn tussen het achteruitgaan van een habitat en het waarneembare terugvallen in aantallen vogels. Belangrijker is dat vogelaantallen niet alleen afhangen van het overwinteringsgebied maar ook bepaald worden door condities in broedgebieden en tijdens de trek. Bovendien kan een terugval in overwinterraars ook het gevolg zijn van verbeterde condities in een ander overwinteringsgebied (of vice versa) zonder dat de habitatkwaliteit van het gebied veranderde. Een belangrijk effect waar men bij tellingen mee rekening moet houden zijn de mogelijke verschillen tussen tellers onderling (b.v. Erwin, 1982).

Voor een algemene achtergrond en informatie over tellingen verwijzen we naar Komdeur et al. (1992) en Bidy et al. (2000).

A BOOTTELLINGEN VS VLIEGTUIGTELLINGEN - OBSERVATIES

Beide technieken hebben hun voor en nadelen.

Tellen vanaf de boot geeft de tijd om details op te merken waardoor een correcte identificatie, het exacte habitat of gedrag van de vogels kan genoteerd worden. Boottellingen zijn hierdoor nauwkeuriger in vergelijking met tellingen vanaf de oever waar het zicht vaak beperkt is en nauwkeuriger dan vanuit een vliegtuig waar de snelheid hoog is. Hierdoor moeten vanuit het vliegtuig meer schattingen gedaan worden van grote groepen en het opmerken van kleine soorten of bruine vogels op het slik is niet eenvoudig (Bidy et al., 2000). Gedragsobservaties vanop (varende) boten is minder interessant op smalle rivieren omdat het gedrag van de vogels wordt verstoord door de boot (oa Rupel, Durme). Vliegtuigtellingen kunnen een groter gebied overzien op kortere tijd. Hierdoor maken dergelijke tellingen het mogelijk om een estuarium in een ruimere context te overzien (buitendijks maar ook nabijgelegen binnendijkse gebieden). Door een gebied meerdere keren te overvliegen en te tellen kunnen effecten van getij op vogelgedrag geobserveerd worden in een estuariumcontext. Vliegtuigtellingen zijn eerder geschikt voor de telling van opvallende vogelsoorten (b.v. reigerachtigen in de Everglades) of voor grote watergebieden (zee, IJsselmeer) waar grote, veelal uit één soort bestaande groepen, verspreid voorkomen, maar niet voor estuariene gebieden of rivieren waar vaak gemengde groepen voorkomen. Deze vogels zijn moeilijk determineerbaar en gemakkelijk verstoord door een vliegtuig (P.L. Meininger, pers. comm.). In vergelijking met boottellingen zijn vliegtuigtellingen nog meer afhankelijk van weersomstandigheden – de kost om een vliegtuig en piloot te huren is hoger maar het vereist op zich minder mandagen om eenzelfde gebied te tellen.

B ONBEMANDE VLUCHTEN: PEGASUS-PROJECT - VITO

Begin 2005 keurde de Vlaamse overheid de financiering goed voor het prestigieuze Pegasus project (VITO). Dit project omvat de bouw van een onbemand hightech-vliegtuig op zonne-energie dat op

een hoogte van 20 km vliegt. De eerste testvluchten zijn voor 2006 en ze verwachten operationeel te zijn in 2007. Het vliegtuig zal dan een 8-tal maand rondvliegen boven Europa. Het toestel kan hogeresolutiebeelden maken (+/- 20cm grondpixelgrootte en met een verwachte nauwkeurigheid van een 10-20cm!). In eerste instantie wordt enkel een prototype van een multispectrale digitale camera gemonteerd later zal dit aangevuld worden met termale scanner (TIR), lasser scanner en een radar.

Evaluatie: Het toestel is zeer flexibel (beelden om het uur, om de week, om de maand etc. geen probleem) maar het moet wel goed weer zijn (geen wolken) en het zonne-energie systeem kan moeilijk werken in de winter (te weinig uren zon). Voor wintervogels is het dus voorlopig niet inzetbaar. Er zou echter continu gewerkt worden aan verbeterde batterij-systemen zodat in de toekomst misschien ook wintervluchten mogelijk zouden worden (J. Everaerts, VITO, pers. comm.). De functionaliteit van het systeem zou afhankelijk zijn van een goede software die automatisch op de 20cm nauwkeurige beelden opvallende ganzen of eenden kan karakteriseren. Onder de dominante wintervogels in de Zeeschelde komt dan enkel de grauwe gans (indien contrast voldoende) en de bergeend in aanmerking. Voor de gecamoufleerde soorten zal detectie moeilijk zijn en met grote waarschijnlijkheid zal de fout groot zijn. De inspanning om dergelijke software te ontwikkelen voor 1 of 2 soorten lijkt niet prioritair en duur.

5.4.2 Bewegingsmonitoring

Onderzoek naar de bewegingen van de eenden in de Zeeschelde zijn noodzakelijk om 1) habitatgebruik volledig in kaart te brengen 2) het belang van binnendijkse gebieden langs de Zeeschelde in te schatten en op deze manier de Zeeschelde in een netwerk context van wetlands te plaatsen in de Scheldevallei 3) de energetische investeringen te kennen die eenden leveren om zich te verplaatsen.

Watervogels kunnen zich in een terrein verplaatsen omwille van verschillende redenen. Bijvoorbeeld een verplaatsing tussen rust en foerageergebied of een vlucht door verstoring of door veranderingen in voedselaanbod tijdens een tijcyclus of in de loop van een seizoen,... Verschillende technieken om elk van deze aspecten te onderzoeken worden kort toegelicht.

A OBSERVATIE

Algemeen

Doorgedreven directe observaties zijn arbeidsintensief maar leveren veel informatie op.

De merktechnieken beschreven onder § 5.5 zijn ook bruikbare en afhankelijk van de vraagstelling, noodzakelijke hulpmiddelen voor het onderzoek naar verplaatsingen binnen de Zeeschelde. Dit merken is afhankelijk van het vangresultaat (zie § 5.1).

Nadelen: de grootste beperking bij bewegingsobservatie met kijkers is dat lange verplaatsingen niet gevolgd kunnen worden waardoor de rapportage over beweging een (te) kleine radius betreft.

Nachtkijkers

Heel wat vogels foerageren zowel overdag als 's nachts en voor zover dit geobserveerd voor de verschillende eendensoorten in de Zeeschelde is dit ook hier geldig (§ 4.3). Bij verschillende vogelsoorten stelde men echter een ander terreingebruik of gedrag vast 's nachts (Gillings et al., 2005). B.v. terreinen die verstoring ondervinden overdag, worden 's nachts meer bezocht (b.v. Burton & Armitage, 2005). Hierdoor is nachtobservatie een noodzakelijk luik van elke studie die de habitatkarakteristieken en de draagkracht van een systeem wil begrijpen.

Nachtkijkers hebben (doorgaans) een kleine vergroting waardoor men wel dichterbij moet kunnen komen bij de eenden dan met conventionele sterke kijkers en ze zijn vermoeiend in gebruik. De technologie is aan het verbeteren. Recent materiaal is uitgerust met fotokathodes – en geen conventionele anode kegels – die verhinderen dat de beeldkwaliteit vermindert naar de randen van het beeld. Bovendien is de lichtversterking in de range van 20 000-30 000 eerder dan 150-400 maal bij anodes. Het gebruik van nachtkijkers kan verbeterd worden door het gebruik van een zoeklicht met een infraroodfilter. Dergelijk zoeklicht beïnvloedde het gedrag van scholeksters niet (Sitters (2000) in Sutherland et al. (2004)). Observatie van individuele vogels kan vergemakkelijkt worden door lichtgevende merkers (Batchelor & McMillan, 1980).

Nachtkijkers zijn succesvol toegepast bij observaties en tellingen van eenden (b.v. Swanson & Sargeant, 1972; Guillemain et al., 2002). Eenvoudig lichte nachtkijkers (INBO materiaal) werden getest bij helder weer en volle maan (ideale omstandigheden) (Tessens & Van Ryckegem). Determinatie en observatie van bergeenden, mannetjes kuifeend en tafeleend verloopt prima. Vrouwtjes tafeleend en kuifeend zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden. De andere soorten (wilde eend, pijlstaart, krakeend en wintertaling) zijn op basis van silhouet te herkennen indien in gemengde groepen (moeilijker indien solitair (afhankelijk van de houding) om de grootte in te schatten). Een vergroting is noodzakelijk (minstens 3x). De nachtkijkers zijn geschikt (zonder vergroting) om nachtvluchten te observeren (beweging). Bij de keuze van de observatiepost is een strategische plaatsing tenopzichte van puntverlichting in de omgeving belangrijk. Lichtpunten moeten zoveel mogelijk uit het observatiebeeld gehouden worden, ze zijn hinderlijk en langdurig kijken in een lichtbron is schadelijk voor de kijker.

Warmte kijkers (Far infrared thermal imaging)

Thermale infrarood kijkers kunnen gebruikt worden om vogels in het veld op te sporen door hun warmteverlies te detecteren (de kijkers detecteren en visualiseren de infraroodenergie die een object uitstraalt boven het absolute nulpunt). Bij watervogels en ganzen krijgen we voornamelijk contrast met de omgeving door de poten en nek-kop.

Thermale camera's kunnen gebruikt worden 's nachts en bij slecht weer zoals mist (kijken doorheen wolken; ook voor nachtvlucht-observatie mogelijks interessant). Tellingen kunnen met een thermale kijker 's nachts mogelijks makkelijker gebeuren dan met een nachtkijker (zie boven). Gedrag-beweging zal mogelijks beter met een nachtkijker te observeren zijn. Nestende/ (~ zittende/slapende) eenden (wilde eend en taling) werden bovendien niet gevonden door middel van een thermale infrarood kijker. Het verenkleed isoleert bijzonder efficiënt en wordt als het ware bijna thermisch één met de omgeving (Boonstra et al., 1995).

De kost voor relatief eenvoudige thermale infraroodkijker is tussen de 8000-10000 Euro (Pers. comm. FLIR systems, J. Delye) – systeem zonder licentieplicht.

B RADARS ALS TECHNIEK OM VOGELVERPLAATSINGEN OP TE METEN

Radar is een veel gebruikte onderzoekstool om vogelverplaatsingen en trek te documenteren (e.g. Korschgen et al., 1984; Cooper & Richie, 1995; Dirksen et al., 1998; Stienen et al., 2004).

Er kunnen twee grote groepen van bruikbare radars voor ornithologisch onderzoek worden onderscheiden: de X-band en de S-band radars. Deze verschillen hoofdzakelijk in de golflengte van de uitgezonden electromagnetische straling, de X-band radar heeft een golflengte van 3 cm, de S-band van 10 cm (er bestaat ook een L-band radar met een golflengte van 23 cm, maar deze is voor ornithologisch onderzoek minder bruikbaar). In de praktijk komt dit neer op het feit dat X-band radars kleinere vogels over een grotere afstand kunnen waarnemen dan S-band radars. Een voordeel van de S-band radarsystemen is dan weer dat ze minder gevoelig zijn voor 'ground clutter'. Dit is ruis in het radarbeeld door reflectie van energie door het grondoppervlak, vegetatie, bebouwing enz. rond het radarstation. Hierdoor kunnen deze ook bij lichte neerslag vaak nog gebruikt worden. Dit maakt een S-band radar potentieel interessanter om eenden te volgen in waterrijke gebieden.

Het meest gebruikte type radar voor ornithologisch onderzoek zijn van het type zoals gebruikt op schepen voor navigatie (marine radar), waarbij vooral de X-band types worden gebruikt. De voordelen van deze scheepsradars zijn dat ze relatief goedkoop zijn, er weinig aanpassingen nodig zijn om ze geschikt te maken voor dit type onderzoek, een hoge resolutie hebben, aangepast kunnen worden om informatie over vlieghoogtes te verzamelen (verticale of conische straal) en gemakkelijk te onderhouden zijn (Korschgen et al., 1984; Cooper et al., 1991). De nadelen van marine radarsystemen ten opzicht van doelzoekradars (zie verder), is dat ze meer problemen hebben met 'ground-clutter', het erg moeilijk is om vogels tot op soort- en zelfs familieniveau te determineren en een beperkter bereik hebben dan veel doelzoekradars. Kleine scheepsradars (10kW) kunnen een kleine zangvogel op 1 km afstand detecteren, grotere roofvogels tot op 4 km (hoe hoger de kW waarde, hoe groter het radarbereik). Voorbeeld van mariene systemen zijn de radars van Furuno Electric Co. die in Noord-Amerika vaak worden ingezet voor ornithologisch onderzoek (Cooper, 1995).

Amerikaanse onderzoekers maken vaak gebruik van een combinatie van twee dergelijke radars, waarbij er een in de 'surveillance-mode' staat en de volledige omgeving rond het station scant (informatie over vliegpatronen, positie en snelheid) en de andere een verticale straal uitstuurt (informatie over vlieghoogte) (Cooper, 1995).

In Nederland wordt onder meer gebruik gemaakt van een S-band lange-afstandsrondzoekradar (surveillance-radar) waaraan het zogenaamde ROBIN-systeem (Radar Observation of Bird INTensity) is gekoppeld. Het ROBIN-systeem is specifiek ontworpen voor het uitfilteren van vogelecho's uit radarbeelden, hiermee kan op grote schaal onderzoek worden gedaan naar trekpatronen (hoogvliegende vogels). Momenteel wordt gewerkt aan de opvolger van dit systeem (ROBUUR: Remote Observation of Birds Using Uniform Radarsystems).

De zogenaamde doelzoekradars (tracking radar) zijn militaire instrumenten en zijn ontwikkeld om een doelwit (vliegtuigen, raketten) te volgen, waarbij continu data over hun positie en beweging in driedimensioneel vlak worden verzameld. Doelzoekradars geven bij gebruik voor ornithologisch onderzoek goede informatie over hoogte, snelheid en vliegrichting, laten soms determinatie tot op soortsniveau toe (gebaseerd op een analyse van de vleugelslagfrequentie) en zijn niet zo gevoelig voor ground-clutter. Praktisch nadeel aan dit type radar is dat ze geen goed globaal beeld geven van vogeltrek over een bepaald gebied behalve als ze in 'surveillance mode' worden gebruikt (Bruderer et al., 1995). Bovendien zijn ze erg duur en is er veel ervaring nodig om ze te kunnen gebruiken. Het Flycatcher-radarsysteem dat in Nederland wordt ingezet voor ornithologisch onderzoek heeft een bereik van ca 12km en kan een lijster detecteren tot op 7 km (LWVT/SOVON, 2002) (Fig. 44).

Evaluatie: Het voordeel van het gebruik van radar voor onderzoek naar vogeltrek is dat ook gegevens kunnen worden verzameld tijdens perioden met slechte of verminderde zichtbaarheid, b.v. 's nachts en bij dichte mist, en voor het verzamelen van data over grote oppervlaktes (Cooper & Richie, 1995).

De radar als tool in een relatief langgerekt rivierensysteem met mogelijks veel ruis op het signaal door randeffecten (begroeiing, bomen, water en slik effecten) en dus een moeilijke beeldinterpretatie moet eerst gedegen uitgetest worden.

Een maritieme radar volstaat voor onze doelstelling en is één van de goedkoopste types in aankoop (± 40.000 €, D. De Groot, KBIN, pers. comm.). Belangrijk is echter goede software om automatisch vogelbeweging te detecteren. Deze is nog steeds niet optimaal en in ontwikkeling; de aankoop zou deze van de radar zelf overstijgen (D. De Groot, KBIN, pers. comm.). TNO (A. Borst, pers. comm.) is net gestart met de ontwikkeling van een familie van low-end vogelradars gebaseerd op relatief goedkope maritieme navigatieradars ('scheepsradars'). Deze zouden in productie komen zomer 2006.

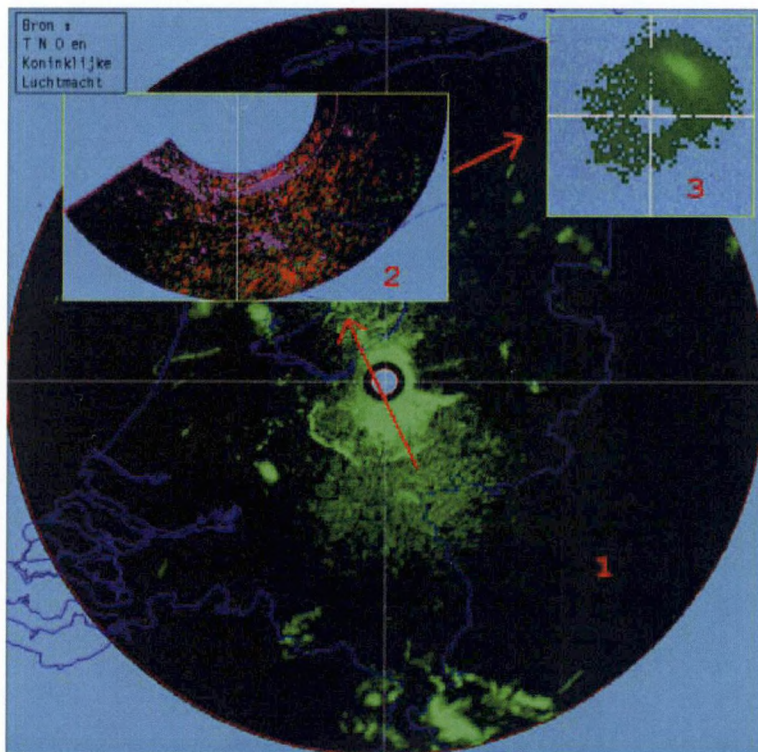
Functionaliteiten daarvan zijn:

- * herkenning op soortsniveau
- * 3D vastlegging van vogelbewegingen
- * hoogtebepaling
- * geavanceerde onderdrukking van (sea clutter) ruis

De aankoop zal tussen de 100 000 € (2D-localisering) en de 250 000 € (3D-localisering) liggen (A. Borst, pers. comm.). Deze systemen zullen transporteerbaar zijn in een lichte vrachtwagen (tilbaar door 1 persoon) en dus inzetbaar waar nodig.

TNO Nederland biedt ook de mogelijkheid om radars te huren. De meest geavanceerde is de flycatcher-radar. Dit is een krachtige militaire radar (zie boven), de bewegelijkheid van deze radar is beperkt, hij is namelijk zo groot als een container en moet dus stationair gebruikt worden (of slechts af en toe verplaatst), twee personen zijn noodzakelijk om dit toestel te bedienen (en moeten dus betaald worden). De kostprijs voor huur is om en bij de 10 000 €/week (A. Borst, pers. comm. – deze prijs wordt momenteel echter herzien). De nieuwe vogelradar zou verhuurd worden aan 10 000 – 20 000 €/maand.

Algemeen kan de radar geëvalueerd worden als bruikbaar hulpmiddel om verplaatsingen te observeren (indien een geschikt model en kalibreerbaar). De interpretatie zal echter het best gebeuren in combinatie met visuele waarnemingen en een testfase is noodzakelijk in de Zeeschelde waar de vogels zich relatief laagvliegend verplaatsen tussen de gebieden.



Figuur 44. Verwerkt beeld van de Flycatch-radar met behulp van ROBIN-systeem.
Foto: TNO Physics and Electronics Laboratory

C RADIO-TRACKING

Het radiolabellen van vogels heeft twee grote voordelen namelijk de mogelijkheid om systematisch data te verzamelen (dus het verminderen van allerlei vormen van bias) en de mogelijkheid om individueel te merken en op te volgen.

Verskillende systemen zijn voorhanden elk met hun voor- en nadelen. De klassieke 'Very High Frequency' (VHF) zenders zijn detecteerbaar tot op enkele kilometers waarbij verschillende dieren kunnen gevolgd worden en hun locatie bepaald door triangulatie. De nauwkeurigheid van dergelijke bepaling is meestal tussen 10-100m. VHF transmitters zijn momenteel verkrijgbaar in lichtgewicht versies van enkele gram (zilver batterij – enkele dagen tot weken) tot zwaardere (> 5 g) die tot verschillende maanden en zelfs jaren kunnen doorwerken (lithium batterij).

Een tweede type radio-merker slaat de locaties automatisch op. Het is dus noodzakelijk dat de zender gerecupereerd wordt. Dergelijke zender-datalogger weegt minimaal 30g. Een derde type 'Ultra High Frequency' (UHF) zenders sturen signalen naar satellieten (zie § 5.5.6).

Type radio-tracking: Satelliet opvolging door het ARGOS-systeem is voornamelijk nuttig om grote verplaatsingen op te volgen b.v. tijdens trek of bij winterverplaatsingen (§ 5.5) omdat het systeem niet nauwkeurig genoeg is om terreingebruik te analyseren (maar zie GPS systeem § 5.5.6). Datalogsystemen zijn niet interessant voor eenden omdat de kans op hervangst van hetzelfde dier klein is en zodoende de informatie (en de zender) verloren is. Automatische GPS doorstuursystemen worden door technologische ontwikkeling stilaan bruikbaar voor eenden (en bruikbaar om terreingebruik en overwinteringsstrategie te bestuderen). Om terreingebruik te onderzoeken zijn VHF zenders een goede optie (goedkoper, nauwkeurig). We concentreren ons in deze sectie verder op het gebruik van VHF-zenders.

Radio-tracking en telemetrie wordt gebruikt om informatie in te winnen over het terreingebruik, habitatvoorkeur, gedrag en fysiologie van de vogel. Het verkrijgen van informatie over terreingebruik (range, verplaatsingen etc.) en habitatpreferenties spreekt relatief voor zich. Gedragsinformatie, tijdsbudgettering en fysiologische gegevens zijn ook mogelijke output van radiobezending (Zie § 5.3).

Algemene richtlijnen en evaluatie:

Als leidraad bij de start van een radio-tracking studie zijn de uitgebreide handleidingen van Anonymus (1998), Kendward (2001) en Mech & Barber (2002) aanraders. We destilleren enkele algemene richtlijnen om een pilootproject in goede banen te leiden.

Kan ik genoeg vogels vangen

Vooraleer aan te vangen met de aankoop van duur materiaal moet men weten of het mogelijk is om voldoende vogels te vangen. Het aantal vogels nodig en mogelijk te volgen hangt af van de doelstelling. Minder vogels kunnen opgevolgd worden indien de intensiteit van lokalisering van éénzelfde individu hoog ligt. De gemerkte vogels zouden echter het verhaal moeten kunnen vertellen voor de aanwezige populatie. Daarbij zal dus het aantal gemerkte vogels de statistische power van de studie bepalen. Dergelijke power is van groot belang bij een experimentele benadering met hypothese stelling maar minder triviaal indien men eerder een beschrijvende analyse uitvoert van het habitat gebruik van 1 soort. Wil men uitspraken doen over verschillen tussen soorten dan is het noodzakelijk om een power analyse uit te voeren om het experiment zorgvuldig te testen (Statistica⁸). Een radio-tracking studie kan aangevuld worden met een andere markeringstechniek om de radio-tracking bevindingen te ondersteunen.

Bij het zenderen let er steeds op dat je sex-ratio (ongeveer) in evenwicht is. Documenteer, indien mogelijk, de leeftijd en fysieke kenmerken (gewicht, vleugellengte,...) van de vogels. De meeste (eenden) studies (in lit.) zenderen per soort tussen de 10 en 30 vogels.

Zender en ontvangerkeuze

Voor zenders (zowel VHF als UHF) is het aanbevolen om het gewicht onder de 5% lichaamsgewicht te houden (Anonymus, 1998) of zelfs 2-3% van het lichaamsgewicht voor soorten⁹ die veel of ver vliegen (Kenward, 2001).

Er zijn heel wat zendertypes commercieel verkrijgbaar. Het aanbod is variabel in gewicht, levensduur en bevestigingstechniek (Tabel 3, Fig. 46). Welk materiaal het best gebruikt wordt en hoe het te bevestigen is zorgvuldig te evalueren.

Een goed principe is om achterdochtig te zijn voor technieken waarvoor vele negatieve effecten werden gemeld maar sluit ze ook niet onmiddellijk uit. Bijvoorbeeld veel studies vermelden negatieve effecten van harnassystemen op foerageren, vliegen, ruien, broeden en overleving (b.v. Dzus & Clark, 1996). Het is echter een kunst om een harnas perfect te plaatsen en mogelijks tonen

⁸ http://www.statsoft.com/textbook/stpowan.html#power_doe2

⁹ Ter info: gewicht (wijfjes lichter dan mannetjes) bergeend ±850-1100g; wintertaling ±280-330g; kraakeend ±700-750; pijlstaart ±700-850; tafeleend ±750-850g (Cramp & Simmons, 1977)

studies negatieve effecten op de vogel door het onprofessioneel aanpassen van het harnas (Kenward, 2001). Een specifiek voor eenden ontworpen harnas is het Dwyner harnas (Dwyner, 1972), commercieel verkrijgbaar (b.v. Advanced Telemetry Systems¹⁰) en vele malen succesvol toegepast. Dergelijke harnassystemen blijven doorgaans (te) lang vastzitten. Verschillende materialen en methodes worden gebruikt om de harnassen toch te doen afvallen na een zekere periode, maar het succes van deze is sterk afhankelijk van habitat, klimaat, etc. (zie Kenward, 2001: 144). Nekbanden (Fig. 46) zijn veelvuldig met succes gebruikt bij hoenderachtigen. Bij de carolina eend werd deze bevestigingsmethode succesvol toegepast (Montgomery, 1985 in Sorenson, 1989). Bij duikeenden werden echter sterk negatieve effecten vastgesteld bij zowel nekbanden (Sorenson, 1989) als harnasbevestiging (Perry, 1981). Nekbanden zijn gevoelig voor ijsvorming en de antenne is vaak hinderlijk bij vogels die snelle vleugelslag hebben (Kenward, 2001).

Zenders werden succesvol chirurgisch abdominaal geïmplanteerd bij eenden (Olsen et al., 1992). Deze ingrijpende techniek (weliswaar met operatieduur van < 5 min. en ontwakingsstijd van ongeveer 10 min.)¹¹ vereist het vervoer van de vogels naar een operatiekwartier (of veldlabo) en (eventueel) een korte observatieperiode (1 – max. 2 dagen). De werkwijze elimineert zenderverlies (maar zie Garrettson & Rohwer, 1996) en interacties van de zenders met het externe milieu (b.v. vastraken van zenders in vegetatie) en veroorzaakt (met uitzondering van de ingreep) het minst fysieke en sociale interferentie. Onderhuids implanteren en het verankeren van de zenders in de huid zijn andere mogelijkheden die een gelijkaardig behandelings- en infectierisico inhouden maar een grotere kans op het verlies van de zender. Deze technieken zijn relatief duurder omdat meestal een ervaren dierenarts moet ingehuurd worden voor de plaatsing. Kenward (2001) raadt het gebruik van implantaten af (zeker met externe antennes, die infectie risico vergroten) tenzij voor fysiologische studies.

Lijmen van de zenders is een eenvoudige bevestigingstechniek. De zendertjes blijven twee en vier weken vastzitten (Kenward, 2001; Eric Stienen, pers. comm.). De methodiek van bevestigen is beschreven in Kenward (2001: 131).

Het bevestigen van zenders aan de staartpennen is succesvol toegepast bij ganzen en smient (Giroux et al., 1990). De zenders blijven dan (meestal) vastzitten tot de rui.

De detectie afstand is sterk afhankelijk van het type antenne zowel van de ontvanger als van de zender (Anonymus, 1998; Kenward, 2001). De antenne op de zender is voor detectie op verdere afstand het best extern op de vogel en van het 'whip of zweep' type (Fig. 46). Deze produceren een uniformer signaal over verdere afstand in vergelijking met 'loop' antennes. Ze kunnen echter wel afbreken. De ontvanger antenne is vaak van het Yagi-type (Fig. 45), dit is een directionele antenne die positionering mogelijk maakt (triangulatie).

De ontvangers kunnen opgesteld worden als automatische detectiestations (Fig. 47). Automatische detectiestations hebben een geringer bereik omdat de antennes niet richtbaar zijn en een menselijk oor nog steeds fijnere detectie garandeert dan het automatische 'oor'. Automatische positie loggers detecteerden zenders betrouwbaar tot op een afstand van 1 km terwijl handmatige detectie succesvol bleek tussen de 5-8 km (J. Van Gils, NIOO, pers. comm.). Automatische detectiestations zijn duur in aankoop en niet geschikt voor gebiedsdekkende studies (aankoop zal kost van handmatige monitoren overstijgen). Voor een pilootstudie start men sowieso het beste met een handmatige peiling.

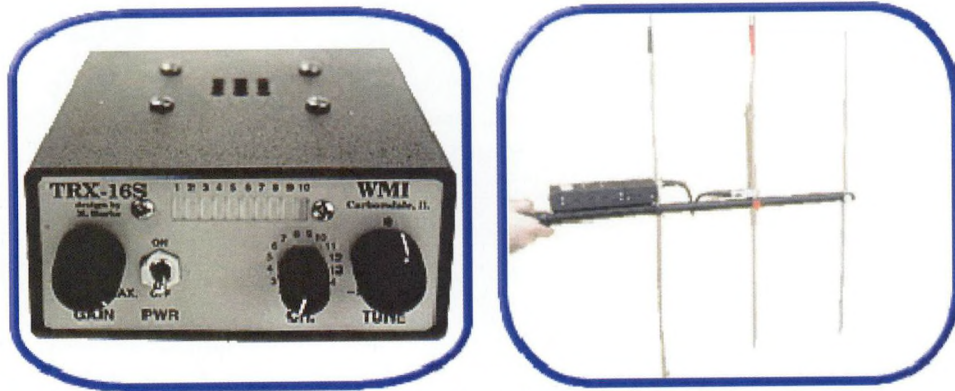
¹⁰ <http://www.atstrack.com/ats/products/transmitter/Avian/Backpack/backpack.aspx>

¹¹ <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/wildlife/telemetry/intraabd.htm>

Tabel 3. Subjectieve beoordeling^a van de verschillende bevestigingstechnieken van de radiozender (schaal 1-3; 1 is de beste score voor een techniek). ^aNaar Kenward (2001).

Techniek	Behandelingstijd	Moeilijkheid - vaardigheid	Kans op verlies	Effecten risico op soort	Opmerkingen ^b
Implantaat	3	3	1	2	Operatief – ingrijpende behandeling vogel (in abdominale holte); geschikt voor neststudies met interne antenne b.v. wilde eend (pers. comm., Bob Emery, Ducks Unlimited, Canada); zonder externe antenne slecht bereik; met externe antenne verhoogd risico op infectie; bij watervogels en duikende vogels
Onderhuids	3	3	2	2	Operatief – ingrijpende behandeling vogel (onder de huid a.d. basis van de nek)
Huid bevestiging	2	2	3	2	Operatief – ingrijpende behandeling vogel; toegepast op eenden (b.v. krakeend, pers. comm. Michel Gendron, National Wildlife Research Centre, Canada); veroorzaakt nauwelijks hinder bij vliegen (in vergelijking met een nekband of harnas)
Harnas	2	3	1	3	Sterk soortsafhankelijk – besteed voldoende tijd in het ontwerp van het harnassysteem. Robert Clark (pers. comm., Canadian Wildlife Service, Canada) adviseert deze methodiek voor krakeend; ook succesvol bij pijlstaart (Northern Prairie Wildlife Research Center, VS, pers. comm.)
Lijmen	1	2	3	2	Kan snel afvallen – lijm te testen
Nekband	1	2	2	2	Mogelijke effecten op foerageren, ijsvorming, vliegen
Vleugel (patagium)	1	2	2	2	Enkel voor grote vogels die met trage vleugelslag weinig vliegen
Snavel	1	2	2	2	Voor grote vogels; minder geschikt voor eenden die slabberen of in slijk foerageren
Poot Staart	1	1	2	1	Voor grote vogels; Voor grotere vogels; hou rekening met rui van staartpennen (vnl. bij roofvogels toegepast)

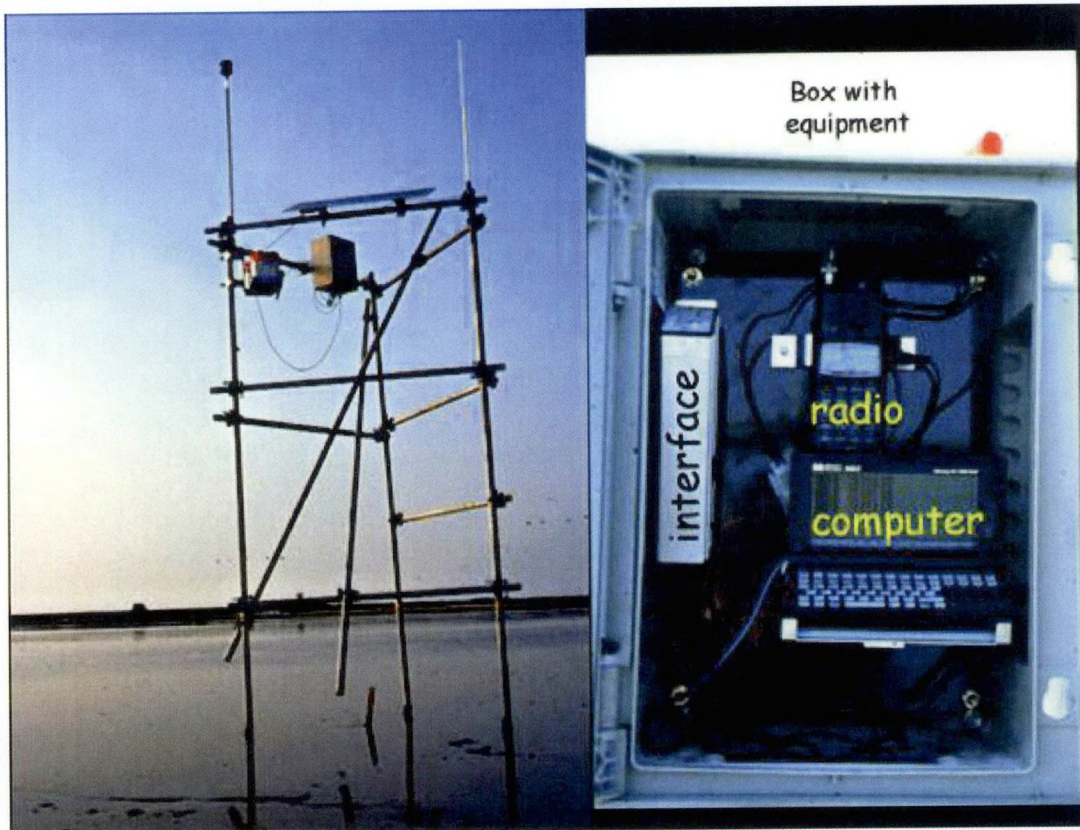
^b aangevuld met eigen opmerkingen



Figuur 45. TRX-16 kanalen radiosignaal ontvanger en een 3 delige Yagi antenne.



Figuur 46. Radiozenders. A. nekband; B. type met whipe antenne



Figuur 47. Automatisch ontvangststation voor radiosignalen van gezenderde kanoet op het wad (foto J. van Gils, NIOO).

Training en advies

Radio-tracking en telemetrie is een onderzoeksstrategie die veel voorbereiding vergt en een zekere training. De leveranciers geven vaak nuttige inlichtingen en veel online info (b.v. Biotrack). Informeer grondig over de aankoop van het materiaal. Start snel genoeg met de verwerking van de gegevens zo kan de vraagstelling of techniek bijgestuurd worden. Elke studie zou een controle van het welzijn van het dier moeten incalculeren in het onderzoek. Een piloot studie is een uitstekende manier om te bepalen hoeveel relocations nodig zijn gedurende een project. Bijvoorbeeld door asymptotische curven (b.v. oppervlakte gebruik vs. aantal data punten) te evalueren. Let erop dat er voldoende tijd is tussen de lokalisering van de vogels om zodoende de lokalisatie als onafhankelijk te kunnen beschouwen (Anonymus, 1998: 35) indien men het terreingebruik wil analyseren. Indien b.v. de dagelijkse verplaatsing in kaart gebracht wordt zullen veel lokaliseringen nodig zijn. Deze zijn afhankelijk van elkaar. Beide datasets zullen met verschillende statistische methoden geanalyseerd moeten worden.

Benut een opstelling ten volle, b.v. bekijk bij het opzetten van het proefopzet ook de behoefte en mogelijkheden om met behulp van radiozenders automatisch foeragegedrag of tijdsbudgettering te onderzoeken (zie § 5.3). Vaak kan dit gecombineerd worden met relatief weinig inspanning (voorzie wel degelijke ontvangstapparatuur!).

Piloot project – VHF radio-tracking studie

Alvorens een groter project op te starten is het raadzaam om eerst een pilootproject uit te voeren, zeker indien het een studie betreft in een gebied waar nog geen telemetrie ervaring is of indien men werkt met soorten waar de onderzoekers voordien nog niet mee werkten. Op deze manier kunnen veel kosten bespaard worden in een eventueel latere fase van het onderzoek.

Mogelijke doelstellingen

- i) informatie verkrijgen over het terreingebruik (range; seizoenale verplaatsing)
- ii) informatie verkrijgen over dagelijkse bewegingspatronen
- iii) nagaan van habitat gebruik en selectie.

Deze doelstellingen vallen uiteen in twee studies waarbij de eerste doelstelling (PROJ1) een andere opzet vereist dan de twee andere doelstellingen die gecombineerd kunnen worden (PROJ2).

Tabel 4. Twee types studies met radio-tracking.

PROJ1	PROJ2
lange monitoring (volledige winterperiode – 5 maanden)	Relevante info kan verkregen worden in kortere tijd of gespreid over twee studieperioden om variabiliteit in winterseizoen te onderzoeken
Meer vogels opvolgen	Minder vogels opvolgen
Minder frequente lokalisatie (b.v. 2- wekelijks of wekelijks)	Frequente lokalisatie (intensief, dag-nacht, b.v. om het uur)

Naast het systematisch verzamelen van gegevens door radio-tracking is het mogelijk om bijkomende gegevens te verzamelen door het merken van eenden (§ 5.5). Deze gemerkte individuen kunnen snel opgespoord worden in het veld en informatie aanleveren voor elk van de deeldoelstellingen.

In een pilootproject lijkt het zinvol om een klein aantal dieren te merken met het opzet ze de volledige winter te kunnen opvolgen. Hierbij zouden intensieve opvolgingscampagnes informatie kunnen aanleveren over doelstelling 2 en 3. Het terreingebruik van de vogels zou bovendien ook opgevolgd kunnen worden door minder intensief de dieren te lokaliseren in de loop van het winterseizoen. De zenderkeuze en bevestiging op de eend moet dus

duurzaam zijn (min. 150 dagen blijven vastzitten). Zenders die hieraan voldoen zijn bij verschillende firma's verkrijgbaar (zie appendix 2). De bevestigingsmethode van de zenders zou preferentieel een montage op de staartveren zijn of een nekband of harnassysteem. Beide laatste systemen zouden soms het gedrag beïnvloeden van eenden (zie boven; Tabel 3) en gevoelig voor ijsvorming en dus specifiek minder geschikt voor winterstudies. Een harnas of nekband zal onnodig lang aan de vogel blijven vasthangen in veel gevallen. Het monteren van de zenders op de staartpennen lijkt daarom de minst ongeschikte methode en succesvol toegepast bij smient. (b.v. TVP Positioning (zie appendix 2) verkoopt zender specifiek voor wilde eend met staart montage, 7.5g, 150 dagen levensduur).

Kosten radio-tracking:

Voor een pilootstudie kan het aangewezen zijn om een ontvanger te proberen lenen. Voor een (eenvoudige) ontvanger met antenne is men snel om en bij de 500€ kwijt (b.v. TRX-16S + Yagi antenne, Wildlife Materials International, Inc.). De zenders kosten tussen de 180-220€ (zenders voor watervogels, bevestiging inclus, Holohil Systems Ltd.). Hou rekening met de vele verplaatsingskosten bij een dergelijke studie.

5.4.3 Effecten van verstoring

Estuaria staan onder sterke menselijke druk door scheepvaart, recreatievaart en dijkrecreatie. Deze verstoring kan effecten hebben op de overlevingskans van watervogels, voornamelijk gedurende periodes die van nature stressvol zijn voor overwinterende watervogels zoals lange vorstperiodes (Davidson & Rothwell, 1993). Verstoring van de dijkkant op foeragerende vogels resulteert voornamelijk verminderde foerageerefficiëntie (meer waakgedrag; wegvliegen) en een verkleining van de geschikte foerageeropervlakte (de getijwaterlijn zal gemiddeld minder lang in vloed gevolgd worden). Verstoring van de waterzijde door scheepvaart zal voornamelijk een effect hebben op foerageeractiviteit door golfverstoring waardoor de waterlijn tijdelijk te dynamisch is om te kunnen foerageren. Deze effecten resulteren in een verhoogde energiebehoefte (maar een minder efficiënt verzamelen van het voedsel) en het opsplitsen van koppeltjes of familiegroepen (Davidson & Rothwell, 1993; Asplund, 2000; Pease, et al., 2005).

Kennis over de impact van verstoring is belangrijke informatie om toekomstige beschermings- en mitigerende maatregelen zo effectief mogelijk uit te voeren en om huidig terreingebruik beter te begrijpen (Frid & Dill, 2002; Yasué, 2006).

In eerste instantie is er nood aan kwantitatieve gegevens over de verschillende types verstoring in de Zeeschelde en de relatieve verhouding van deze effecten ten opzichte van natuurlijke factoren zoals voedselbeschikbaarheid, afstand tot vegetatie (schor), getijhoogte, weersomstandigheden, tijdstip van de dag. Deze vraagstelling schuift dus een temporeel onderzoekskader naar voor dat door observatie kan gechronometreerd worden (hoe lang wordt foerageren onderbroken door het verstoringmoment op bepaald tijdstip) en een ruimtelijke context die focuseert op de vraag of er een verband is tussen het voorkomen van de vogels en de graad van verstoring op sommige plaatsen (worden eenden 'gedwongen' uit te wijken naar minder voedselrijke gebieden of te vluchten naar gebieden met een relatief verhoogd predatiegevaar (minder zichtbaarheid, minder schuilmogelijkheden,...)).

Deze kwantitatieve gegevens kunnen onderzocht worden door en ook dienen als input voor GIS-gebaseerde onderzoeksmodellen.

5.5 Overwinteringsstrategie

Voor elk van de overwinterende vogelsoorten is er bijzonder weinig kennis over de turn-over van de vogels gedurende het winterseizoen. Het is onduidelijk of de maandelijkse wintertellingen een realistische beeld geven van de werkelijke individuele aantallen vogels die verblijven in de Zeeschelde. Mogelijks gebruiken de vogels de Zeeschelde tijdelijk en is er sprake van een (West-Europees of eerder regionaal) netwerk van wetlands waar vogels foerageren. Er zijn aanwijzingen voor grote turn-over in overwinteringsgebieden voor de wintertaling (Pradel et al., 1997; M. Guillemain, pers. comm.) en kleurmerken van bergeenden lijkt eveneens te wijzen op een grote turn-over van individuen in overwinteringsgebieden (N. De Regge, pers. comm.). Indien er inderdaad een snelle turn-over is van vogels dan is de Zeeschelde mogelijks een belangrijke schakel voor een groter deel van de vogelpopulatie dan tot nu toe gedacht.

Om op deze vragen een passend antwoord te geven wordt in de eerste plaats de toepasbaarheid van satelliet-tracking en het merken op de watervogels in de Zeeschelde onderzocht. De verschillende merktechnieken worden besproken door Calvo & Furness (1992) en Gaunt & Oring (1999). Het gebruik van een bepaalde methode zal grotendeels gebonden zijn aan de te merken soort. Van nagenoeg elk van de technieken zijn wel negatieve effecten beschreven (Murray & Fuller, 2000). Dit benadrukt het belang om bij elke studie het effect (sterfte, gedrag, terugkeer naar gebied, broedsucces,...) van het merken na te gaan en te vergelijken met controle vogels.

5.5.1 Kleurmerken

Vogels kunnen individueel gemerkt worden door ze op een bepaalde manier met een welbepaalde kleurstof te merken. De meest gebruikte kleurstoffen zijn Rhodamine B (RB), Picrinezuur (PZ), Zilvernitraat (ZN) en Malachiet Groen (MG). De duurzaamheid en zichtbaarheid van deze kleurstoffen is variabel en afhankelijk van het gedrag van de soort (veel in water of niet), type kleurstof, concentratie kleurstof, oplosmiddel en het al dan niet mee oplossen van een fixatief. Belant & Seamans (1993) testten verschillende kleurstoffen (RB, PZ, MG), fixatieven en oplosmiddelen bij meeuwen. Deze onderzoekers vonden een optimale kleuring met RB en isopropyl alcohol als fixatief en als oplosmiddel een op oliegebaseerde silicagel oplossing. Bij een optimale kleuring met één van de hierboven genoemde kleurstoffen blijven de merktekens zichtbaar op de vogel tot de volgende rui. Het aantal individueel herkenbare patronen die men kan aanbrengen zijn beperkt en relatief moeilijk te interpreteren door personen die niet zelf de merking uitvoeren. Vaak is het nodig om de vogel te kunnen observeren in allerhande posities om de te komen tot een individuele herkenning. Deze techniek kan toegepast worden op witte of licht gekleurde vogels of vogels met relatief grote witte lichaamsvlekken (meeuwen, sterns). Bergeenden werden succesvol gekleurd met picrinezuur en zilvernitraat in het Scheldebekken (N. De Regge, pers. comm.; pers. observ.). Bij het gebruik van picrinezuur dient men voorzichtig te zijn: dit product kan explosief worden door waterverlies na langdurige bewaring. Hierom wordt picrinezuur in het algemeen afgeraden om te gebruiken (Gaunt & Oring, 1999).

Evaluatie: Pro: weinig onkosten (enkel kleurstofoplossing), toepasbaar op veel vogels, opvallend.

Contra: niet toepasbaar op vogels met een donker verenkleed, beperkt aantal combinaties om individuele herkenning mogelijk te maken, interpretatie vlekkenpatroon moeilijk afleesbaar door waarnemers die geen voorkennis hebben van het merken, mogelijke effecten op gedrag, slechts zichtbaar tot volgende ruiperiode.

5.5.2 Kleurringen

Hoewel niet of nauwelijks toegepast bij eenden is het gebruik van kleurringen bij bergeenden een mogelijke merktechniek omdat deze vaak op het slik staan en relatief langere poten hebben. Kleurringen blijven doorgaans jarenlang vastzitten, zijn relatief makkelijk af te lezen en individuele herkenning is mogelijk door ringcombinaties (stuurgroep, pers. comm.). De ring is echter niet zichtbaar tijdens het foerageren in het water. Het aflezen van de ringen in de Zeeschelde gebeurt voor bergeenden het best kort na laag water omdat dan de meeste vogels zitten te rusten op het slik (zie 4.3.2C).

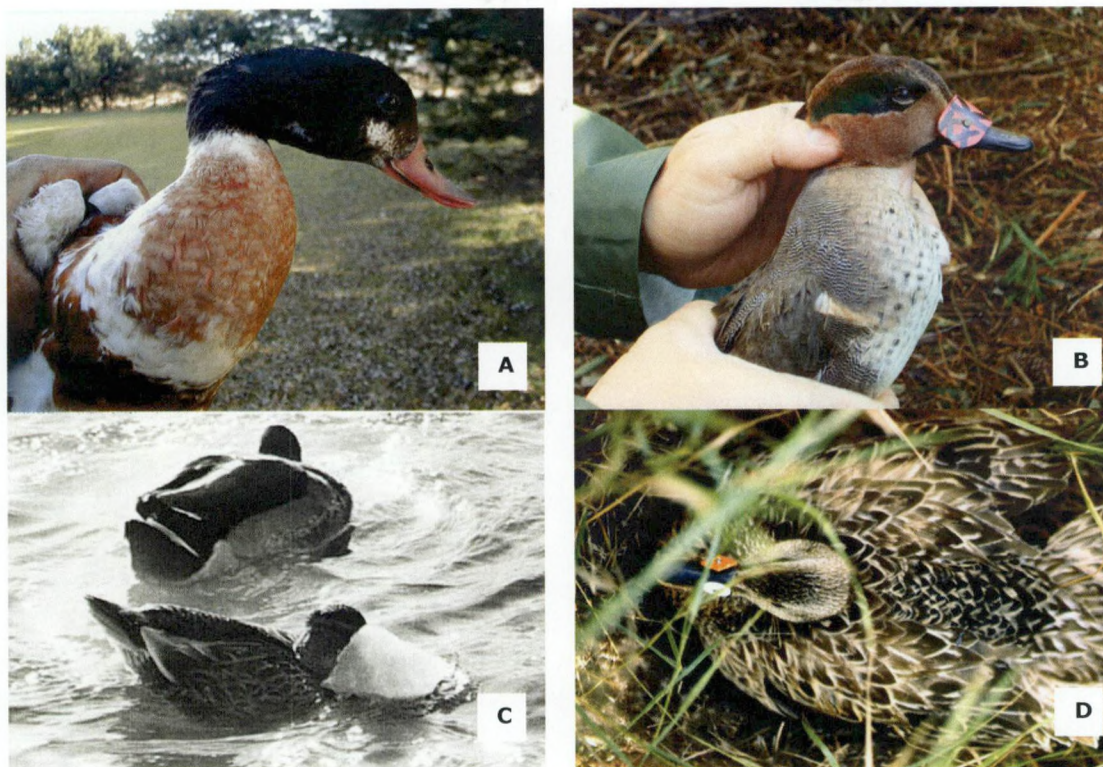
5.5.3 Neusdiscs en neuszadels

Deze techniek bestaat eruit om schijfjes aan beide zijden van de snavel of een plaatje over de snavel van de eend te bevestigen. De merkers zijn individueel herkenbaar door kleur/vorm of gemerkt met een letter-cijfer combinatie. De bevestiging gebeurt door een staafje doorheen de neusgaten (Greenwood, 1977). Hoewel succesvol toegepast door verschillende onderzoekers (zie onder) werden ook verschillende negatieve effecten van deze merkers gerapporteerd. Bijvoorbeeld het snel verliezen van de merkers vaak gepaard met schade aan de neusgaten en snavel (Bartonek & Dane, 1964; Sherwood, 1966), verhoogde sterfte door verstrengelen van de snavel met onderwatervegetatie of met de draden van de vangkooi of fuik (Bartonek & Dane, 1964; Evrard, 1986), door ijsvorming (Byers, 1987), gedragsveranderingen (McKinney & Derrickson, 1979), een kleiner succes bij de paarvorming (Koob, 1981). Dit laatste effect werd niet gevonden in andere studies (b.v. Howerter, et al., 1997) en de techniek wordt succesvol toegepast in een langlopend onderzoek in Portugal (D. Rodriguez, pers. comm.), bij gedragonderzoek bij kraakeenden (de meeste discs bleven minstens 3 jaar zitten) (Clark & Shutler, 1999), wintertaling (zadeltjes, M. Guillemain, pers. comm.), wilde eend en blauwvleugeltaling (zadeltjes, Evrard, 1996). Bij duikeenden worden meer negatieve effecten gemeld en dit leidde in eerste instantie tot het overstappen in deze groep van neusschijfjes naar neuszadeltjes om het effect van verstrengelen onder water te verminderen (Evrard, 1986). Neuszadeltjes werden succesvol geplaatst bij wilde eenden in Retie (België; Ceulemans, pers. comm.). Ijsvorming werd niet vastgesteld. Als plastic voor het vervaardigen van de zadeltjes is het materiaal geschikt waarmee men vee labelt; speciale stiften zijn op de markt om hierop te schrijven (b.v. Allflex tag pen, A. Blackburn pers. comm.); als verbindingstaafje werd een plastic staafje gebruikt dat geknipt werd van de draad die men gebruikt in graskantmaaiers.

Canadese en Amerikaanse onderzoekers gebruiken de laatste jaren meer en meer de neusschijfjes omdat deze makkelijker af te lezen zijn op grote afstand. Sommige vormen zijn daarbij makkelijk te onderscheiden (cirkel, vierkant, ovaal en driehoek) terwijl andere moeilijker te herkennen zijn op afstand (b.v. rechthoek, veelhoek). Het is aangeraden om de eenvoudige vormen eerst te gebruiken. De keuze van kleur is ook belangrijk. Probeer contrasterende kleuren te kiezen met de snavelkleur van de onderzochte eendensoort. Lichtere kleuren lezen makkelijker af (b.v. wit, geel, oranje). Hoewel geel en wit kan gelijkend lijken bij bepaalde lichtinval. Het is af te raden groen en blauw samen te gebruiken, verkies dan groen (B. Emery, pers. comm.; M. Gendron, pers. comm.; B. Clark, pers. comm.).

Evaluatie: Pro: vaak meerdere jaren zichtbaar vanaf relatief grote afstand, individuele merker
Contra: mogelijks negatieve effecten op gedrag, verminderd broedsucces, overleven (door verstrengelen, ijsvorming), schade aan de snavel, niet toepasbaar bij bergeend door snavelknobbel. Het effect dient voor elke studie en soort geëvalueerd te worden.

Disc of zadel? Deze keuze en motivatie hangt af van persoon tot persoon. Discs zijn door een mogelijk vorm-kleur code makkelijk af te lezen, minder ijsvorming. Zadels zouden minder kans op verstrengelen veroorzaken, mogelijks meer ijsvorming. Het aantal mogelijke (goed herkenbare) combinaties met discs (± 265) is uiteindelijk beperkter dan de onbeperkte codering op zadels. Dus voor grootschaliger vangprojecten zijn neuszadels te verkiezen.



Figuur 48. A. bergeend waarvan de borst met zilvernitraat gekleurd is. B. wintertaling met neuszadel. C. ijsvorming op neuszadels bij wilde eend. D. krakeend met neusdiscs. (foto's A & B: N. De Regge; C: S. Byers (1987); D: B. Clark).

5.5.4 Vleugel (patagiale) merkers

Vleugelvlaggetjes (Wing tags) zijn bijzonder goed te zien in het veld (Fig. 49), vaak blijven ze lang vastzitten en laten individuele codering toe. Kunststof plaatjes worden bevestigd aan 1 of beide 'voorarmen' van de vogels door de vlieghuid (patagium) te doorboren met een nylon rivet of door andere mechanismen (b.v. aluminium pop rivetten, Stiehl, 1983; met een soort nietjesmachine, Cummings, 1987). Het aanvaardingsgedrag van vogels op het plastic flapje aan hun vleugel is blijkaar soort- en individu afhankelijk met soms duidelijk een langdurige manipulatie van de tags en verminderde overlevingskans in vergelijking met de controle vogels (Kinkel, 1989; Green et al., 2004). A. Green (pers. comm.) raadt het gebruik van wing tags af bij kleine eenden die snelle vleugelslag hebben. Hij slaagde er gedurende zijn onderzoek niet in om tags te fabriceren en te bevestigen op zo een manier dat de eendjes geen vleugelschade opliepen. Green vermoedt ook dat de energie kost door wing tags groter zal zijn dan voor neusmerkers. A. Blackburn (pers. comm.) kon geen negatieve effecten vaststellen bij het gebruik van wing tags bij smienten. P.L. Meininger (pers. comm.) observeerde smienten met wing tags: de dieren konden niet goed vliegen en zaten gedurende de zomer op plekken waar ze niet hoorden te zitten. In het algemeen kunnen we zeggen dat vleugelvlaggetjes nog niet vaak werden toegepast op eenden (In Groot-Brittannië lijkt deze techniek nochtans geprefereerd te worden boven neusmerkers) en voornamelijk populair bij het merken van roofvogels (Anderson, 1963; Gaunt & Oring, 1999). Als de tags te klein gemaakt worden vermindert dit niet alleen de algemene zichtbaarheid (zowel voor de onderzoeker als voor de predator) maar verhoogt het ook de kans dat de merkers in het verenkleed worden weggepoetst waardoor de kans op het terugmelden van een vleugelvlaggetje aanzienlijk verkleint.

Evaluatie: Pro: goede zichtbaarheid, individuele merker

Contra: mogelijks negatieve effecten op gedrag, broedsucces, schade aan de veren of infecties aan de piercing, verhoogde predatie en soms verminderde fitnes. Net zoals bij de neusmerkers moet

het gebruik voor elke soort geëvalueerd worden. Mogelijks is er een hogere energiekost door een verminderde aërodynamica gedurende de vlucht in vergelijking met een neusmerker.



Figuur 49. Vleugelmerker bij zwaan (foto W. Miller).

5.5.5 Radio-tracking

De turn-over en verdere verplaatsing van de vogels kunnen in principe ook gevolgd worden door radio-tracking maar deze techniek is toch eerder praktisch om de habitatkeuze en terreingebruik te onderzoeken en wordt uitvoerig behandeld in paragraaf § 5.4.2C. Uitwisseling van individuen met nabijgelegen gebieden kan succesvol benaderd worden door een radio-tracking studie.

5.5.6 Satelliet-tracking

Het is interessant om uitwisseling – turn-over en trekgedrag van de soorten te volgen op een geografisch grotere schaal door satelliettelemetrie onderzoek. De voordelen van satelliet-tracking zijn dan ook de mogelijkheid om vogels over zeer grote afstand te volgen en dit in afgelegen gebieden. Voor een overzicht van de bevestigingsmethoden en opmerkingen over zendertjes zie § 5.4.2C.

Satelliettelemetrie maakt gebruik van een zender (Platform Transmitter Terminal, PTT) bevestigd aan het dier die ultra hoge frequentie (UHF) signalen uitzendt naar satellieten. De satellieten berekenen het dier zijn positie op basis van Doppler effecten waardoor tenminste twee satellieten noodzakelijk zijn om een positionering mogelijk te maken (Taillade, 1992). De voor zoogdieren veel toegepaste zenders die GPS posities direct sms'en (de zenders hebben een ingebouwd gsm systeem) naar de mobiele telefoon van de onderzoeker zijn te zwaar voor eenden. Lichtere systemen zou men kunnen ontwikkelen die hun signaal doorsturen via Bluetooth waardoor de ARGOS tussenkomst onnodig wordt (en kosten gedrukt). Dergelijk systeem met zenders van 40g (+neiband van 40g) wordt momenteel met succes toegepast op kleine zwanen (4-8kg) (J. van Gils, NIOO, pers. comm.) Deze systemen zijn beperkt doordat het signaal afgelezen moet worden op maximaal 300m van het dier en te zwaar voor eenden. PTT zenders die GPS signaal doorgeven naar satellietstelsel ARGOS zijn recent ontwikkeld en nog relatief zwaar voor eenden (30g min), maar vallen wel voor de meeste soorten (behalve wintertaling) binnen de 5% lichaamsgewicht limiet.

De dure kost van de zenders (b.v. Solar PTT, 9,5g, ± 2500-2700 Euro, levensduur in principe onbeperkt maar meestal 3-5 jaar, Microwave Telemetry) en van het satelliet-signaal, ARGOS systeem (CLS Toulouse)¹² op jaarbasis per vogel (afhankelijk van het aantal signaaldagen/maand

¹² ARGOS-systems contactadres : 8-10, rue Hermès, Parc Technologique du Canal, 31526 Ramonville St-Agne, France, Tel: (+33) (0)5-61-394-700 ; Fax: (+33) (0)5-61-751-014 ; E-mail: info-argos@cls.fr;

een kost van 1500-3000 Euro). De lichtste zenders op batterijen met levensduur van niet langer dan een jaar wegen minimaal 20g en kosten 2200-2500 Euro (Microwave Telemetry). Men kan de zenders proberen te recupereren door ze uit te rusten met een optionele VHF zender of 'Ground track technology'. Recente ontwikkeling van Solar ARGOS/GPS PTT zenders maken een exactere lokalisering ($\pm 15m$) en een verhoogde frequentie van datacollectie mogelijk en zijn nu beschikbaar vanaf 30g (Microwave Telemetry). Dergelijke zender kan functioneel zijn gedurende max. 3 jaar en kost momenteel ± 3300 Euro. Tussen de 10-30 vogels zijn een minimale steekproef om een idee te krijgen over verplaatsingen.



Figuur 50. Pijlstaart met satellietzender
(foto N.J. Fish & Wildlife).

Evaluatie: Pro: zoals hierboven vermeld is het grootste voordeel van satelliet-tracking de mogelijkheid om vogels over lange afstand te volgen in moeilijk toegankelijke gebieden. Hierdoor wordt heel wat tijd en reiskosten uitgespaard. De PTT 30g Argos GPS zender biedt perspectieven om zowel terreingebruik als overwinteringsstrategie te onderzoeken met behulp van 1 type zender. Indien dergelijke zenders effectief zijn is deze optie qua aankoop duur maar zeer besparend in personeelskost.

Contra: beperkte nauwkeurigheid (foutmarge van enkele tientallen meters tot tientallen kilometers (maar zie boven voor GPS-systeem)), de ontvangst kan ook minder goed zijn – dit zou het geval zijn in West-Europa (CLS, ARGOS, Toulouse, pers. comm.); de nauwkeurigheidsklasse wordt meegedeeld in de ARGOS-output naar de onderzoeker. De dure kost van de zenders en het satelliet signaal.

<http://www.nacls.com/html/argos/manual/html/sommaire.htm>;
http://www.cls.fr/html/argos/wildlife/wildlife_en.html

5.6 Modelling

5.6.1 Inleiding

De centrale vraag die natuurbeschermers en beleidsmakers interesseert is wat de habitatvereisten zijn en wat de draagkracht¹³ van het systeem is en hoe die beïnvloed zal worden door bepaalde veranderingen. Dergelijke voorspellingsmodellen zouden toetsingscriteria kunnen aanleveren voor Europese richtlijnen en instandhoudingsdoelstellingen (Adriaensen, et al., 2005) en ze zijn een aantrekkelijke manier om de vele gegevens samen te brengen en aantrekkelijk voor te stellen om zodoende beleidsmatige vragen te ondersteunen.

Graveland (2005) vat de huidige wetenschappelijke (fysische en ecologische) kennis en de beschikbaarheid van voorspellingsmodellen voor het Schelde-estuarium samen. Opvallend is de leemte in de kennis van watervogels (eenden) en het ontbreken van bruikbare instrumenten om vogels (eenden) in de Zeeschelde – een beleidsmatig belangrijke groep – te evalueren of te voorspellen. Het meest krachtige model – een proces-georiënteerd model (WEBTICS) is momenteel enkel beschikbaar voor Scholeksters in de Westerschelde.

Hieronder verdelen we de modeltypes in twee grote groepen: de habitatmodellering (ruimtelijke of spatial models) en de gedragsmodellen (behaviour based models). Een habitatmodel is gericht op het beschrijven van de verspreiding van de vogels (en het voorspellen) terwijl een gedragsmodel zowel abiotische kennis combineert met veldkennis. Een gedragsmodel levert een beter begrip van de lokale mogelijkheden voor de vogels en de draagkracht van het systeem. Hoewel waardevol (zie b.v. Yates et al., 1993) blijf je met een habitatmodel altijd met de vraag zitten naar bijvoorbeeld de uitwijkmogelijkheden bij habitatverlies. Een dergelijk ruimtelijk model is statisch. Afhankelijk van de concrete vraagstelling kan het waardevol om een habitatmodel aan te vullen met gerichte voorraad berekeningen van specifieke voedselbronnen voor specifieke soorten en met energetische aspecten van voedsel en voedselbehoefte. Op die manier komen we tot een dynamischer proces-georiënteerd model. Dit vereist een uitgebreide kennis van de voedsel生态学 van de soorten.

5.6.2 Habitatmodellering – “Spatial models”

A SEDIMENTKARAKTERISTIEK, DROOGVALDUUR EN VOGELDICHTHEDEN

De Wester- en Zeeschelde zijn morfologisch dynamische systemen met regelmatige veranderingen in de vaargeul door verdieping en verruiming. Hierdoor neemt het areaal aan intergetijden gebieden af en verandert de samenstelling van het sediment van platen en slikken (Stikvoort et al., 2003; Alkyon, 2006). De vraag welk effect dit heeft op de vogelpopulatie is niet geweten maar wel cruciaal als toetsingscriterium voor de Europese Vogelrichtlijn. Om dit te onderzoeken zou de relatie gekend moeten zijn tussen de foerageerdensiteit van de vogelsoorten en de abiotische variabelen als droogvalduur (of hoogteligging), steilheid van de slikken en sedimentkenmerken.

¹³ Draagkracht is een term die een variabele lading kan dekken. Zoals toegepast op wintervogels zijn er twee veel gebruikte definities: (i) het maximum aantal vogeldagen in een systeem onderhouden door de aanwezige voedselvoorraad en (ii) het maximum aantal overlevende vogels tot het einde van het overwinteringsseizoen (Goss-Custard et al., 2002). Beide definities zijn onvolkomen: vogels kunnen sterven vooraleer de voedselvoorraad is uitgeput of hun conditie kan onvoldoende zijn om succesvol het broedgebied te bereiken. Zo stelde Goss-Custard et al. (2004) vast dat de werkelijke voedselvoorziening in een habitat verschillende keren (tot 8 keer) hoger moet zijn dan de geconsumeerde hoeveelheid in een winter. Er is dus een andere, meer realistische, omschrijving nodig voor draagkracht voor overwinterende watervogels. West et al. (2005) stellen draagkracht voor als de drempelwaarde voedsel: vogel verhouding. Deze drempelwaarde berekening neemt verschillende factoren in rekening zoals foerageergedrag-efficiëntie, conditie vereisten, prooidistributie, verstoring en weersomstandigheden (West et al., 2005).

In de Zeeschelde bezitten we over uitzonderlijk gedetailleerde tellingen van watervogels bij laagwater. Door het relatief verspreid zitten van de vogels bij laagwater, in tegenstelling tot het vaak geconcentreerd samentropen bij hoogwater, kan de telling met relatief grote nauwkeurigheid doorgaan. In de Zeeschelde zijn relatief kleine trajecten afgebakend waarbij steeds de aantallen genoteerd worden. Deze trajecten zijn in detail gekarteerd en de verschillende habitattypes zijn GIS-matig beschikbaar. De getelde aantallen zouden zonder al te veel problemen moeten kunnen omgezet worden in vogeldichtheden. Van een relatief groot aantal habitats zijn bodemkenmerken gekend. In eerste instantie kan het interessant zijn om deze gebieden te selecteren waar zowel sediment, benthosgegevens als vogeldensiteiten van gekend zijn.

De relatie tussen sedimentkarakteristieken, droogvalduur en vogeldensiteit werd in vorige studies ook reeds onderzocht (Zwarts, 1988, Clark, 1990; Yates et al., 1993; Meire, 1993) en getest in de Westerschelde (uitkomsten van deze studie teleurstellend; Ens et al., 2005). Blomert (2002) presenteert een literatuurstudie enkel gewijd aan de kwantitatieve relaties tussen het voorkomen van vogels binnen de getijdenzone en twee abiotische factoren: droogvalduur en bodemgesteldheid en kan dienen als startpunt voor een Zeeschelde studie in combinatie van de resultaten van Ens et al. (2005) en de Habimap-benadering¹⁴.

B HABITATKARAKTERISTIEKEN, VERSTORING EN VOGELDICHTHEDEN

Een voorspellingsmodel om effecten van veranderingen in habitat en verstoring te modelleren op de vogeldichtheden in een systeem.

LIT: Craig & Beal 1992

Satelliet technologie als hulpmiddel

Habitatvariabelen afgeleid uit satellietbeelden kunnen dienen om voorspellingen te maken over vogelpopulaties (Avery & Haines-Young, 1990).

C WATERKWALITEIT EN VOGELDICHTHEDEN

De hypothese bij het opstellen van dergelijk (voorspellings)model is dat de aantallen foeragerende watervogels in de Zeeschelde sterk gerelateerd zijn aan het beschikbare voedsel wat op zijn beurt gekoppeld is aan de waterkwaliteit. Met andere woorden, kunnen we een voorspelling doen over het aantal en de diversiteit van overwinterende watervogels bij een veranderende waterkwaliteit? Dergelijk model is soortspecifiek en afhankelijk van dieetkeuze. Omdat benthosveranderingen over lange termijn niet voorhanden zijn in de Zeeschelde is misschien insteek mogelijk vanuit uit andere estuaria. Verwacht wordt dat bij een verbeterende waterkwaliteit de densiteit aan foeragerende vogels zal afnemen (Campbell, 1984; Van Impe, 1985; Prop, 1998) en diversiteit van vogels toeneemt door een afname van Oligochaeta en het diversifiëren van benthos (McLusky et al., 1993).

Dergelijke model zal veel ruis ondervinden door o.a. de algemene populatietrends van de eenden, die niet enkel gerelateerd zijn aan de kwaliteit van het overwinteringsgebied, maar ook beïnvloed worden door het broed- en migratiesucces.

- Bekijk mogelijke parallelen met Zenne-model om waterkwaliteit te modelleren
- Parallelen met de Humber? – Internationale informatie ronde is noodzakelijk

¹⁴ <http://gis.esri.com/library/userconf/proc98/proceed/TO850/PAP820/P820.htm>

5.6.3 Gedragsmodellering "Behaviour based models"

Deze modellen zijn proces-georiënteerd en vervatten de energie flux in een systeem. Een gedragmodel vraagt de insteek van verschillende deelmodules die samen het voorkomen van individuele vogelsoorten modelleren in een dynamisch systeem. Enkele praktijk voorbeelden¹⁵ kan men nalezen in Durell et al. (2005); West et al. (2005); Rappoldt & Ens (2005). Hieronder worden de 6 pijlers besproken die noodzakelijke deelmodules vormen voor een gedragmodellering.

A VOEDSELAANBOD

De distributie en hoeveelheid (biomassa) van het voedsel moet gekend zijn. Belangrijk hierbij is om gegevens te hebben over de uitgangssituatie (voor overwinterende eenden is dus in detail de situatie van de maand september of oktober noodzakelijk). De seizoensale variatie van aanbod mag bepaald zijn op kleinere sampling grid en intensiteit (R.A. Stillmann, pers. comm.).

B VOEDSELBESCHIKBAARHEID

Getijmodule implementeren in model. De voedselbeschikbaarheid kan uitgedrukt worden als product van oppervlakte foerageerterrein, voedselbiomassa en beschikbaarheid (droogvalduur) van de voedselgrond.

C VOEDSELKWALITEIT

De energie en nutriënt inhoud van de belangrijkste voedselbronnen

D VOGELPOPULATIE

Kennis over de populatie aantallen gedurende de modelleringsperiode

E VOEDSELBEHOEFTE VOGEL

De energie en nutriënt behoefte van de vogel moet geschat worden. Deze gegevens zijn te halen uit vergelijkingen uit de literatuur gebaseerd op lichaamsgewicht. Parameters die klimaatseffecten weergeven op voedselbehoefte kunnen belangrijk zijn.

F FOERAGEERGEDRAG - VERSTORING

De relatie tussen foerageertijd, voedselbeschikbaarheid en competitie. De belangrijkste variabelen zijn hierbij vogel en voedselmasse, tijd nodig om voedsel te consumeren. Ook verstoring is hierbij een belangrijke factor (zie § 5.4.3). Mogelijke correctiefactoren voor geulnabijheid, wandelpad nabijheid etc. voor elk foerageerterrein (cf. Davidson & Rothwell, 1993).

¹⁵ Zie ook <http://www.ceh.ac.uk/birds/case.asp>

6 Conclusies

Deze studie bestaat uit een uitgebreid literatuuronderzoek en een expertenbevraging over verschillende methodologische vragen met betrekking tot watervogelonderzoek in de Zeeschelde. De grote onderzoeksthema's die behandeld worden in dit rapport zijn dieetonderzoek, foerageergedrag, terreingebruik, overwinteringsstrategie en modellering. Over elk van de onderzoeksthema's bestaan nog heel wat onbeantwoorde vragen. Deze studie tracht methodologische antwoorden te formuleren op elk van deze vragen en rangschikt de technieken naar bruikbaarheid. Tenslotte worden, op basis van de geselecteerde onderzoeksmethodes, een aantal onderzoeksstrategieën geformuleerd die een insteek leveren naar belangrijke beleidsmatige vragen. Het huidige voorstel schuift watervogelonderzoek in de Zeeschelde naar voor als beleidsondersteunende instrument bij het evalueren van geplande verruiming en verdieping van de Schelde, compenserende en mitigerende maatregelen en het beoordelen van waterkwaliteitsveranderingen. Bovendien wordt een voorstel gelanceerd om de internationale context van de Zeeschelde als overwinteringsgebied te evalueren. Op deze manier krijgt de beleidsmaker achtergrondinformatie die nodig is om te weten waar men op kan sturen (b.v. beperken van verstoring, inrichting en beheer van gebieden, netwerken van gebieden etc.).

6.1 Algemene conclusies

1. Lopende monitoring van watervogels en benthos in de Zeeschelde moeten volgehouden worden. Deze bestaande datasets kunnen dienen als basis voor verder onderzoek.
2. De bestaande datasets moeten echter grondiger uitgewerkt worden. Sommige dataset (b.v. Caremans 1999) bevatten mogelijks meer informatie dan tot nu toe gerapporteerd. Een verwerking van deze datasets (met o.a. GIS analyses) kunnen interessante inzichten opleveren.
3. Voor elk van de technieken die geëvalueerd wordt als potentieel interessant is het nodig om eerste een verkennende pilotstudie uit te voeren. Dit komt omdat géén van de voorgestelde technieken momenteel grondig geëvalueerd kan worden. Dit is omdat 1) de huidige kennis over de techniek te beperkt is; 2) we weten niet of de methode toepasbaar is op eenden; 3) we moeten testen of de techniek praktisch realiseerbaar is in de Zeeschelde door de specifieke fysische eigenschappen van het gebied (b.v. vangen, exclusures, telemetrie).
4. Er is prioritaire nood aan bewijs over het dieet van de eenden in de Zeeschelde. Benthos is vermoedelijk de meest belangrijke voedselbron maar dit moet vastgesteld worden.
5. Vooruitlopend op de veronderstelling dat benthos inderdaad de belangrijkste voedselbron is voor eenden in de Zeeschelde, is er nood aan kennis over de relatie tussen abiotische variabelen en het benthos.

6.2 Conclusies over de onderzoekstechnieken - aanbevelingen

A VANGTECHNIEKEN

Algemene evaluatie

Deze stap vormt één van de belangrijkste bottle necks waar een onderzoeker mee geconfronteerd wordt indien watervogelonderzoek wordt uitgevoerd in de Zeeschelde. Dit komt omdat het aantal geschikte vangplaatsen beperkt is zowel binnendijks als buitendijks. Men moet een goed overzicht hebben over het gebied; buitendijks vangen wordt bemoeilijkt doordat de Zeeschelde een zeer grote getijamplitude heeft. Voor sommige dieetonderzoekstechnieken is het noodzakelijk om vogels buitendijks (op het slik foeragerend) te vangen.

Aanbevelingen vangtechnieken:

Indien het noodzakelijk is om de vogels te vangen tijdens of vlak na het foerageren voor dieetonderzoek uit te voeren is een buitendijkse vangst noodzakelijk. Hiervoor komen op geschikte plaatsen het kanonnet en het plaatsen van netten het meest in aanmerking. De bruikbaarheid van deze twee technieken moet nog buitendijks getest worden. In nabijgelegen binnendijkse gebieden kunnen alle technieken mogelijk succesvol zijn en hangt de keuze af van de onderzoeker, de terreinbeheerder en de soort die men beoogt te vangen.

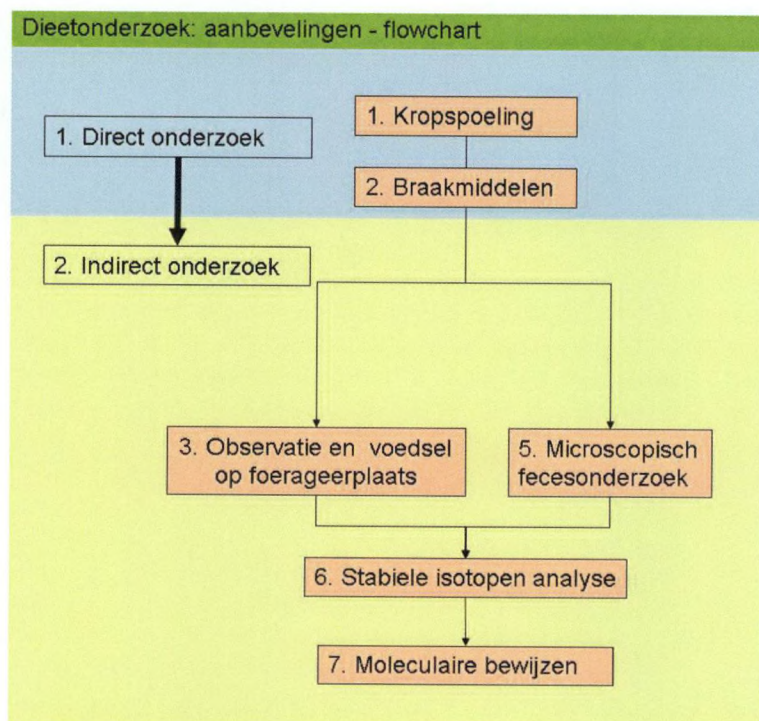
B DIEETONDERZOEK

Algemene evaluatie

Voor de meeste soorten zijn er momenteel indirecte indicaties over het dieet door het bemonsteren van voedselbronnen op de foerageerplaats. Deze bemonsteringen bestonden voornamelijk uit benthosstalen. Dit benthos wordt waarschijnlijk terecht beschouwd als de meest belangrijke voedselbron voor de foeragerende eenden. Echter (micro)fythobenthos, plantendetritus en zaden zijn drie potentiële voedselbronnen die grotendeels genegeerd werden waardoor er toch nog twijfel kan bestaan over het exacte dieet. Van twee soorten (krakeend en pijlstaart) die we in deze studie bespreken zijn nog geen gegevens bekend over hun belangrijkste voedselbronnen

Aanbevelingen voor dieetonderzoek

Gebaseerd op de evaluatie van de onderzoekstechnieken (Tabel 5) wordt een flowchart voorgesteld die gevolgd kan worden om het dieetonderzoek uit te voeren (Fig. 51). In eerste instantie moeten alle technieken uitgeput worden om directe bewijzen te verzamelen over het dieet van de watervogels in de Zeeschelde. Een eerste techniek die uitgetest zou moeten worden is de toepassing van kropspoelingen, in tweede instantie maagspoelingen. Indien deze technieken geen bruikbare resultaten opleveren zijn enkel nog indirecte methodes voorhanden. Hierbij worden eerst de verkennende – relatief goedkope technieken ingezet zoals observatie in combinatie met de bepaling van voedselbronnen op de foerageerplaats. Dit kan in combinatie gebeuren met exclusure experimenten. Microscopische fecesanalyse kan mogelijks ook bijkomenden inzichten geven in het dieet. Deze technieken kunnen aangevuld worden door stabiele isotopen analyse (na pilootproject, zie § 5.2.3C) en als ultieme mogelijkheid kan men proberen moleculaire bewijzen te verzamelen over de dieetsamenstelling indien men hiervoor de uitrusting en budget kan vinden.



Figuur 51. Flowchart dieetonderzoek

Tabel 5. Algemene evaluatie van methodes gebruikt om informatie te verzamelen over het dieet.

Methode	Voordelen	Nadelen	Opmerkingen
Directe observatie voedselkeuze	Eenvoudig en goedkoop	Niet toepasbaar op foeragerende eenden op slik	
Voedselbemonstering op foerageerplaatsen	Eenvoudig; geen inzet van dure technieken nodig; de resultaten zijn belangrijke achtergrond informatie; in de Zeeschelde mogelijk sterk indicatief over het dieet	Arbeidsintensief – geen bewijs dat het aanwezige voedsel beschikbaar is; methode houdt geen rekening met selectief foerageren	
Direct onderzoek van het spijsverteringsstelsel	Eenvoudig, snel resultaat en goedkoop	Dieronvriendelijk; jacht is verboden in het studiegebied en de soorten hebben een beschermde status	
Kropspoeling	Relatief eenvoudig, snel resultaat (1-2 min. na vangst); goedkoop; relatief diervriendelijk(?); herhaalbaar	Vangst noodzakelijk; door de snelle vertering is de techniek alleen toepasbaar is op vogels net na het foerageren	Experimenten noodzakelijk om bruikbaarheid van de techniek op eenden te testen
Braakmiddelen	Relatief eenvoudig, snel resultaat (20-30 min. na vangst); goedkoop; relatief diervriendelijk (?); herhaalbaar	Vangst noodzakelijk; toepasbaarheid zal afhankelijk zijn van de verteringssnelheid van de voedselbronnen in de Zeeschelde (30 min. procedure tijd kan te lang zijn); door braken niet enkel krop maar ook (gedeeltelijk) inhoud van spiermaag	Experimenten noodzakelijk om bruikbaarheid van de techniek op eenden te testen
Microscopisch feces onderzoek	Geen dure analyse technieken nodig; diervriendelijk; herhaalbaar	Arbeidsintensief; ervaringsafhankelijk; geen informatie over het geassimileerde voedsel enkel over opgenomen voedsel; kwantificering van dieetsamenstelling moeilijk; vangst noodzakelijk in de Zeeschelde	Pilootproject moet bruikbaarheid van de techniek bewijzen specifiek voor de doelsoorten en voor de Zeeschelde
Radio-isotoop labelen		Praktisch niet toepasbare techniek	
Stabiele isotoop analyse	Relatief goedkope techniek; relatief vogelvriendelijk; informatie over geassimileerde voedsel en structuur van voedselketen; mogelijkheid om (soms) dieetsamenstelling te schatten	Vaak moeilijke interpretatie van gegevens en onduidelijkheid over het effect van secundaire factoren op het isotopensignaal; signaal van de dieetcomponenten moet verschillen; schatting van dieetsamenstelling is een benadering	Pilootproject is noodzakelijk om de variabiliteit van de signatuur van de voedselbronnen na te gaan temporeel en spatiaal in de Zeeschelde
Kwantitatieve	Relatief nauwkeuriger	Resultaten reflecteren	

Methodie	Voordelen	Nadelen	Opmerkingen
vetzuuranalyse	bepaling van dieetsamstelling; relatief diervriendelijk (bloedafname)	dieetsamenstelling over een periode van 1-6 maanden – deze termijn is té lang voor praktisch toepasbaar te zijn in de Zeeschelde; vangst noodzakelijk	
Electroforetische detectie van voedsel isoenzymen	Mogelijks wel toepasbaar in systemen met beperkt voedselaanbod (zoals in de Zeeschelde)	Niet zeer specifiek om dieetsamenstelling te achterhalen, moeilijker interpretatie van resultaten; vangst noodzakelijk	
PCR-gebaseerde technieken	Hoge graad van nauwkeurigheid, ook toepasbaar op onherkenbare voedselfragmenten	Relatief dure technieken, lange voorbereiding, dure laboratoriumuitrusting, technieken staan nog niet op punt - pionierswerk, waardoor het in eerste instantie arbeidsintensief en tijdsrovend is, op gedode dieren (eventueel materiaal bekomen door kropspoeling of braakmiddelen); vangst noodzakelijk	
Moleculaire scatologie	Diervriendelijk, veelbelovend	Relatief duur, dure laboratoriumuitrusting, pioniersonderzoek - waardoor het in eerste instantie arbeidsintensief en tijdsrovend is, vangst noodzakelijk	
Microcosmos laboexperimenten	Manipulatie maakt een benadering van specifieke vraagstelling mogelijk	Vangst noodzakelijk; moeilijke manipulatie van Oligochaeta; arbeidsintensief, logistieke voorziening is relatief groot	Pilootstudie is noodzakelijk om potenties van deze laboratorium benadering uit te testen
Exclosures	Relatief goedkoop, geen dure technieken, informatie over impact van predatie op voedselbron	Praktisch moeilijk in een systeem als de Zeeschelde; arbeidsintensief	Experimenten moeten het nut van exclosures aantonen als benadering bij foerageobservaties

C FOERAGEERGEDRAG

Algemene evaluatie

Het onderzoek naar het foerageergedrag van eenden is nauw verbonden met het onderzoek naar het dieet en hun terreingebruik. Gedragsobservatie is dan ook het meest informatief indien dit onderzoek wordt gecombineerd met de bovenvermelde onderzoeksdomeinen. Foerageergedrag kan het best onderzocht worden door veldobservatie waarbij een doorgedreven tijdsbudgettering waardevolle informatie kan opleveren. Geautomatiseerde systemen die (foerageer)posities registreren kunnen toegepast worden op radiotelemetrisch bezenderde vogels.

Aanbevelingen onderzoek foerageergedrag

Combineer het observeren van foerageergedrag met het uitvoeren van dieet- en of terreinonderzoek.

D TERREINGEBRUIK

Algemene evaluatie

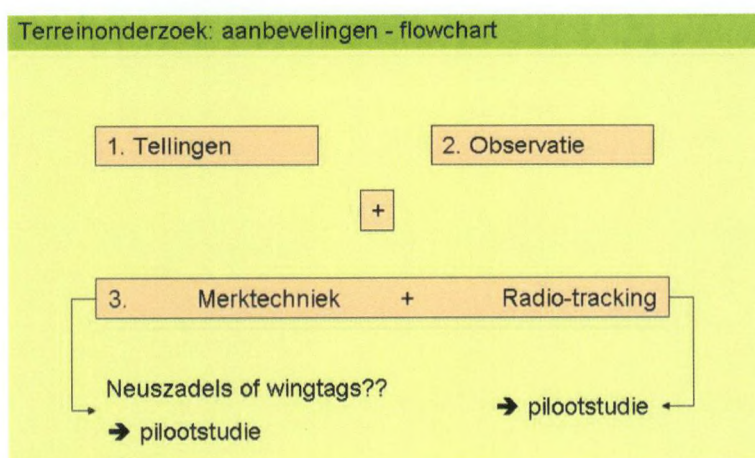
Watervogeltellingen vormen de basis van het onderzoek naar de spreiding en terreingebruik van watervogels in de Zeeschelde. Echter bewegingsmonitoring vraagt om de toepassing van andere technieken (zie overwinteringsstrategie § 5.5) die het mogelijk maken om de vogels individueel op te volgen.

Tabel 6. Algemene evaluatie van methodes gebruikt om informatie te verzamelen over het terreingebruik.

Methode	Voordelen	Nadelen	Opmerkingen
Observatie met kijkers	Geen dure technologie nodig (overdag), informatief	Arbeidsintensief, beperkte observatie radius (voor verplaatsingen over kleine afstand), beperkte mogelijkheden 's nachts of bij slechte weersomstandigheden	In combinatie met individuele merktechniek interessant
Radar	Bruikbaar bij slecht weer of 's nachts, grote observatie radius	Moeilijke vluchtpatroondetectie voor laagvliegende soorten (zoals in Zeeschelde), in variabel terrein mogelijks moeilijke beeld interpretatie, relatief duur, geen individuele opvolging mogelijk, soortidentificatie moeilijk	De bruikbaarheid van een radarsysteem om verplaatsingen op te volgen in een riviersysteem is niet zeker en moet getest worden
Radio-tracking	Relatief goedkope techniek, individuele opvolging mogelijk, middellange detectie radius, informatief	Relatief arbeidsintensief, effecten op vogels, goede voorbereiding noodzakelijk, veel verplaatsingskosten	Pilootstudie aan te bevelen

Aanbevelingen onderzoek terreingebruik

Watervogeltellingen en observaties van watervogels vormen de basistechnieken om het terreingebruik in kaart te brengen (Fig. 52). Deze technieken zouden aangevuld kunnen worden door een studie die een merktechniek en radio-tracking combineert om een vollediger beeld te krijgen over het habitat en terreingebruik van watervogels in de Zeeschelde.



Figuur 52. Flowchart terreinonderzoek.

E OVERWINTERINGSSTRATEGIE

Algemene evaluatie

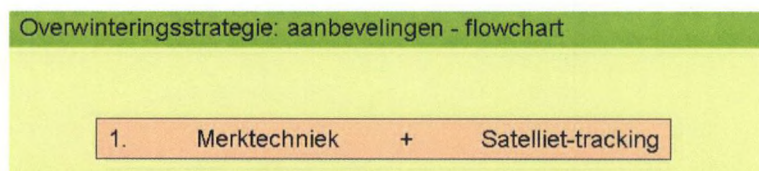
Om de turn-over en de overwinteringstrouw te onderzoeken van watervogels in de Zeeschelde wordt in de eerste plaats gedacht aan satelliet-tracking en merktechnieken. Radio-tracking is voornamelijk toepasbaar om terreingebruik te onderzoeken. De ultieme merktechniek bestaat niet en een afweging van de best toepasbare techniek zal gemaakt moeten worden op basis van een pilootstudie waarbij voor elke soort afzonderlijk de oefening wordt gedaan. Elk van de technieken is afhankelijk van het vangsucces.

Tabel 7. Algemene evaluatie van methodes gebruikt om informatie te verzamelen over de overwinteringsstrategie.

Methode	Voordelen	Nadelen	Opmerkingen
Kleurmerken	Goedkoop, opvallend	Niet toepasbaar op donkere vogels, effecten op gedrag, merking beperkt tot volgende ruiperiode, moeilijk individuele merking	
Neusdiscs	Goedkoop, relatief opvallend	Effecten op gedrag en overleving	Blijven meestal 1-3 jaar vastzitten
Neuszadels	Goedkoop, relatief opvallend	Effecten op gedrag en overleving, beperkt aantal individuele combinaties	Blijven meestal 1-3 jaar vastzitten
Vleugelmerkers	Goedkoop, opvallend	Effecten op gedrag, vleugelschade, verhoogde predatie	Blijven meestal 1-3 jaar vastzitten
Radio-tracking		Radius beperkt voor turn-over onderzoek	Zenders met een functionaliteit tot 2 (3) jaar
Satelliet-tracking	Grote onderzoeksradius, ideaal voor internationale studie	Duur, beperkte nauwkeurigheid	Zenders met een functionaliteit tot 2 (3) jaar

Aanbevelingen onderzoek overwinteringsstrategie

Onderzoek naar de overwinteringsstrategie van watervogels in de Zeeschelde veronderstelt een internationale onderzoekscontext (zie § 0). De aanbevolen methodiek, gebaseerd op de evaluatie van Tabel 7 is een combinatie van het merken van de vogel en het aanbrengen van een satellietzender (Fig. 53).



Figuur 53. Flowchart onderzoek overwinteringsstrategie.

F MODELLERING

Algemene evaluatie

Twee grote types aan modellen worden naar voor geschoven als potentieel interessante onderzoeksinstrumenten (§ 5.6). De habitatmodellen of ruimtelijke voorspellingsmodellen en gedragsmodellen. Habitatmodellen zijn relatief eenvoudiger op te stellen en kunnen reeds verschillende vraagstellingen benaderen in een eerste fase. Dit type model is interessant en een bruikbaar om een aantal pilootprojecten op te starten om de huidige beschikbare data te analyseren in een GIS-systeem.

6.3 Voorstel onderzoeksstrategie

6.3.1 Uitwerking bestaande datasets

Het analyseren van de bestaande monitorings-data (zie Tabel 1) is een eerste benadering om de kennis en inzicht in de watervogels van de Zeeschelde te vergroten. Met name de uitgebreide dataset verzameld gedurende de maandelijkse watervogeltellingen bij laagwater verdient meer aandacht. De gegevensset bevat veel informatie over verspreiding en dynamiek van vogelsoorten in de Zeeschelde. Dit onderzoeksluik zit ook (deels) vevat in de onderzoeksstrategie voorgesteld in § 6.3.2.

6.3.2 Schaalniveau benadering: een watervogel-model als locomotief

De doelstelling van deze benadering is om te komen tot een model dat op betrouwbare wijze het voorkomen van eenden in de Zeeschelde weergeeft en voorspelt.

Deze onderzoeksstrategie gebruikt het watervogelmodel als een figuurlijke locomotief om een aantal deelaspecten – deelonderzoekjes – als wagonnetjes aan te hangen en dit in een schaalniveau benadering. Deze benadering houdt in dat op het eerste niveau beschikbare datasets worden geanalyseerd of dat er een pilootstudie wordt uitgevoerd. Op het eerste schaalniveau wordt de strategie vervolgens geëvalueerd en, indien gunstig, verder uitgewerkt op een tweede niveau. Als model met maximale detail output worden soortspecifieke gedragsmodellen gezien (niveau 3). Bepaalde beleidsvragen/doelen kunnen vermoedelijk met minder omvangrijke modellen worden gestaafd.

Een watervogelmodel is een interessante benadering om veranderingen te evalueren omdat veel gegevens beschikbaar zijn of op een snelle manier verzameld kunnen worden. Benthos is in dat opzicht minder geschikt omdat gegevens hierover moeilijker te verzamelen zijn.

Schaalniveau 1 → 2

Op het eerste schaalniveau stellen we voor om pilootprojecten uit te voeren waarbij de mogelijkheden van ruimtelijke modellen (§ 5.6.2) (spatial models) worden verkend en dit hoofdzakelijk aan de hand van beschikbare gegevens en datasets (zie 4.2). Hierbij zouden we voorstellen een GIS-systeem te gebruiken om gegevens te koppelen. Een aantal facetten dienen echter onderzocht te worden vanaf een eerste fase om deze modellen te ondersteunen, de zogenaamde wagonnetjes die aan de 'model'-locomotief worden gehangen.

Drie pilootprojecten worden voorgesteld aan de hand van bestaande datasets (zie Fig. 54). De basis is steeds de dataset van de maandelijkse watervogeltellingen op de Zeeschelde. De aantallen watervogels worden hierbij onderzocht naar hun relatie tot

- 1) de sedimentkarakteristieken en de relatie van benthos tot deze sedimentkenmerken en de vogeldensiteiten;
- 2) de habitatkarakteristieken (andere dan sediment en in combinatie met sediment)
- 3) effecten van waterkwaliteitsveranderingen op vogelpopulatie.

Deze 3 pilootprojecten vormen de aanzet tot respectievelijke voorspellingsmodellen voor veranderingen in sedimentkarakteristieken, habitatkenmerken en waterkwaliteit.

De eerste werkhypothese is dat er een sterke relatie bestaat tussen vogeldensiteit en sedimentkarakteristieken die op hun beurt de primaire determinanten zijn voor de benthosgemeenschap. Deze relatie kan getoetst worden door 1) de relaties tussen het voorkomen van benthos en sedimentkarakteristieken (korrelgrootte, organische stof, slikprofiel, droogvalduur...) te onderzoeken en 2) door de mogelijke relatie tussen het voorkomen van benthos en vogels te onderzoeken. Deze piste steunt op de veronderstelling dat we kennis hebben over het dieet van de vogels in de Zeeschelde. Dergelijke informatie ontbreekt grotendeels en dieetonderzoek dringt zich op om dit model overtuigingskracht te geven (*WAGON - dieetonderzoek*) (Fig. 54). Indien zou blijken dat dergelijke benadering zinvol lijkt uit de eerste analyse is het nodig om dit aspect door te schuiven naar schaalniveau 2 voor een meer gedetailleerd model gebaseerd op gerichte staalname en validatie.

Beleidskader: de effecten van verruiming en verdieping. Vanuit fysische modellen is het theoretisch mogelijk om de impact van baggeren op sedimentkenmerken en slikprofiel vervolgens door te rekenen via een vogelmodel naar effecten op de overwinterende vogelpopulatie.

Een tweede werkhypothese is dat er een sterke relatie bestaat tussen vogelaantallen in de Zeeschelde en habitatkwaliteit (i.e. abiotische factoren). Een assumptie bij deze benadering is dat niet de voedselbiomassa de bepalende factor is voor de verspreiding van de vogels in de Zeeschelde maar andere factoren (o.a. voedselbeschikbaarheid) die bepalen dat delen van de Zeeschelde uitgekozen worden als foerageergebied. We leggen bij deze benadering de klemtoon op habitateigenschappen per vogeltraject (oppervlakte verschillende ecotopen b.v. slik, steenbestorting,...), habitat morfologie (batimetrie vaargeul, steilheid habitats) die impact hebben op droogvalduur, verstoringsparameters (schor voor slik +/-, weg op dijk +/-, slikafstand tot centrale as vaargeul, scheepvaartstatistieken), en nabijheid van binnendijkse hoogwatervluchtplaatsen. Aan de hand van beschikbare gegevens zou het mogelijk zijn om een ruw (watervogeltelling beschouwen relatief grote trajecten die niet homogeen zijn qua habitat) model te testen waarin de verschillende parameters in acht genomen worden. In dit kader zou een herwerking van de gegevens van Caremans (1999) ook interessant zijn. Om deze habitathypothese te staven zijn kwantitatieve gegevens nodig over verstoringsimpact (*WAGON - verstoring*) en zijn er gegevens over het belang van binnendijkse rust en/of foerageergebieden nodig (*WAGON - binnendijkse gebieden*).

Ook dit aspect kan doorgeschoven worden naar een schaalniveau 2 benadering door de parameters verder te kwantificeren en gerichte staalname uit te voeren. Validatie van de relaties zijn van belang.

Beleidskader: vogel- en habitatrichtlijn toetsingscriteria (b.v. is er een minimale slikbreedte om deze geschikt te maken voor foeragerende eenden). Lange Termijn Visie Schelde.

Bovendien is het zinvol te kijken naar de mogelijke combinatie van pilootproject 1 & 2. Mogelijks is er een insteek mogelijk van het ene model in het andere met bijkomende verklarende aspecten in de verspreiding van eenden in de Zeeschelde.

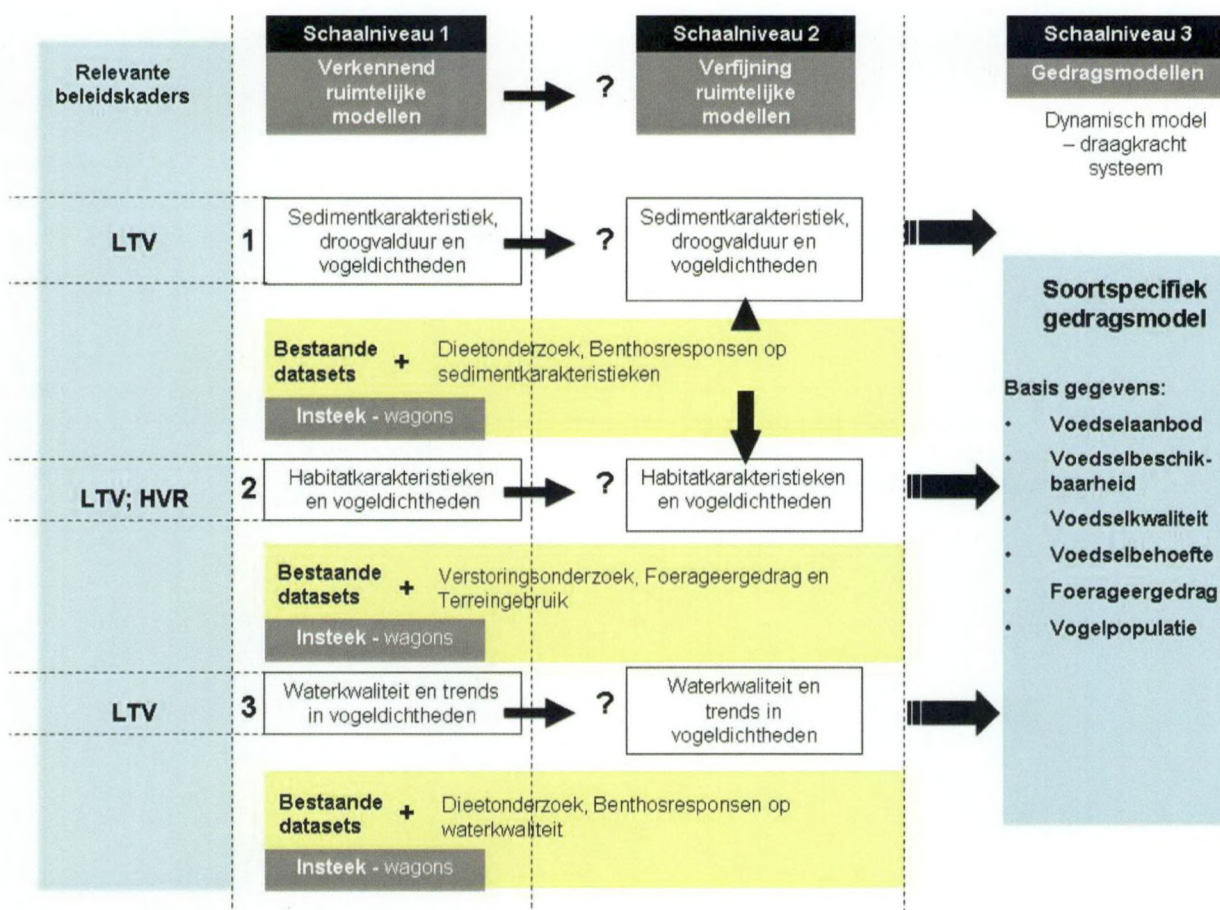
De derde werkhypothese is dat er een relatie bestaat tussen de (historische) waterkwaliteit en de vogeldensiteiten (zie § 5.6.2C). Deze relatie kan getoetst worden door 1) de relatie van benthos met waterkwaliteit te toetsen en 2) de relatie van benthos met vogeldensiteiten te onderzoeken. Werkhypothese 1 en 3 kunnen aanvullend zijn en samen opgenomen worden in 1 model. De noodzakelijke gegevens over de relatie tussen benthos (oligochaeta) en waterkwaliteit is niet voorhanden in de Zeeschelde. Misschien kan er toch een relatie gevonden worden door in een pilootproject de hypothese te toetsen aan de hand van data afkomstig uit andere – min of meer – vergelijkbare estuaria waar men reeds de gegevensset over effecten van veranderende waterkwaliteit op benthos (Oligochaeta) bezit.

Beleidskader: Kaderrichtlijn Water, Lange Termijn Visie - instandhoudingsdoelstellingen.

Dit voorspellingsmodel zou mogelijke effecten van een verbeterende waterkwaliteit op vogeldensiteiten kunnen nagaan.

Schaalniveau 3

Om een antwoord te geven op de draagkracht van de Zeeschelde voor de overwinterende watervogels zal een bijkomend niveau noodzakelijk zijn. Deze stap komt overeen met het formuleren van een 'maximaal' vogelmodel voor de Zeeschelde bestaande uit gedragsmodellen van de dominante vogelsoorten. Deze modellen hebben insteek nodig van heel wat verschillende deelmodules (zie fig. 54) waarvan gedeeltelijk reeds informatie is samengebracht tijdens onderzoek verricht binnen schaalniveau 1 en 2.



Figuur 54. Schematische weergave van de onderzoeksstrategie. Watervogelmodellen als locomotieven in een schaalniveau benadering.

6.3.3 Watervogels op de Zeeschelde: de internationale context

De weinige gegevens die voorhanden zijn over de overwinteringsstrategie van grondeleenden suggereren dat er een relatief hoge turn-over is in de overwinteringsgebieden (Robertson & Cooke, 1999) (§ 5.5). Deze dynamiek en de patronen in de keuze van overwinteringsgebieden voor individuen/vogelpopulaties is nauwelijks onderzocht en weinig begrepen. Nochtans is dergelijke informatie van groot belang om overwinteringsgebieden te evalueren naar hun (internationale) belang. Een hoge trouw aan een overwinteringsgebied (overwinterings-'filopatrie') kan het belang van dergelijk gebied beklemtonen omdat het een belangrijke stapsteen is in de levenscyclus (b.v. als plaats waar paarvorming gebeurt). Anderzijds kan een hoge turn-over in gebieden impliceren dat de vogels gebruik maken van een netwerk aan wetlands. Dit kan wijzen op een sterke verbondenheid van wetlands onderling en beklemtoont het mogelijk belang van de internationale keten aan wetlands afgebakend in de Conventie van Ramsar als pleisterplaats voor migrerende watervogels. Wat is de mogelijke reden voor het waarnemen van een (schijnbaar?) hoge turn-over? In doortrek periodes gebruiken groepen gebieden als stop-overs terwijl ander terplaatse blijven. Extreme koude effecten – de vogels reageren zeer sterk op koude prikken en migreren snel naar zuidelijker biotopen, biotopen die niet dichtvriezen en beschutting bieden (dit kan resulteren in een influx voor een estuarien habitat). Mogelijks keren de vogels nadien terug naar de oorspronkelijke overwinteringsgebieden wanneer de weersomstandigheden verbeteren of ze blijven ter plaatse omdat nieuw ontdekte gebieden voldoen. Voedselhypothese – de vogels verwachten betere voedselcondities elders. Dit kan mogelijks ingegeven worden na langdurige regenval waardoor het opportuun kan lijken om nabijgelegen binnendijkse gebieden te verkennen. Dit is gerelateerd aan echter meer een schijnbaar hoge turnover maar deze is geïnduceerd door het efemere karakter van nabijgelegen geprefereerde habitats. Hierdoor is het mogelijk om het buitendijkse estuarium als uitvalgebied te zien voor grondeleenden naar efemere wetlands. Interspecifieke competitie – dieren lager in de sociale hiërarchie worden gedwongen het gebied te verlaten. De dieren die eerst arriveren maken hierbij misschien meer kans om een dominante positie in te nemen en hierdoor bestaat er misschien een residente groep en een groep van wisselende individuen die rondtrekken. Dit onderzoek zou idealiter verlopen in een internationale onderzoekssfeer door satelliettelemetrie en merkttechnieken (§ 5.5).



Figuur 55. Belangrijke vogelgebieden en mogelijke Ramsar sites in Europa (Birdlife International, 2001). Pijlen wijzen op hypothetische uitwisselingen tussen het netwerk van wetlands voor overwinterende watervogels

7 Literatuur

- ADRIAENSEN, F., VAN DAMME, S., VAN DEN BERGH, E., VAN HOVE, D., BRYNS, R., COX, T., JACOBS, S., KONINGS, P., MAES, J., MARIS, T., MERTENS, W., NACHTERGALE, L., STRUYF, E., VAN BRAECKEL, A. & MEIRE, P. (2005). Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium. Rapport ECOBE 05-R82, Antwerpen.
- ALLOUCHE, L. & TAMISIER, A. (1984). Feeding convergence of gadwall, coot and other herbivorous waterfowl species wintering in the Camargue: a preliminary approach. *Wildfowl* **35**:135-142.
- ALKYON (2006). Plaatmorfologie Westerschelde; veranderingen in de plaatmorfologie van de Westerschelde en de gevolgen voor het steltloperhabitat. Alkyon Hydraulic Consultancy & Research, Rapport A1774, Emmeloord.
- ALTMANN, J. (1974). Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* **49**:227-267.
- AMAT, J.A. & SORIGUER, R.C. (1984). Kleptoparasitism of coots by Gadwalls. *Ornis Scandinavica* **15**:188-194.
- ANDERSON, A. (1963). Patagial tags for waterfowl. *J. Wildl. Managem.* **27**:284-288.
- ANONYMUS (2005). Dénombrements d'anatidés et foulques en France: synthèse de l'hiver 2002/2003. *Lettre d'information du Réseau national Oiseaux d'eau & Zones Humides* **28**:1-4.
- ANONYMUS (1998). Wildlife Radio-telemetry. Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No.5. Wildlife Radio-telemetry. Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No.5. Resources Inventory Branch.
- ASPLUND, T.R. (2000). The effect of motorized watercraft on aquatic ecosystems. The effect of motorized watercraft on aquatic ecosystems. Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Integrated Science Services and University of Wisconsin – Madison, Water Chemistry Program,
- BALDASSARRE G.A. & BOLEN, E.G. (1994). . Waterfowl ecology and management. John Wiley & Sons, Inc., New York
- BALLARD, B.M., THOMPSON, J.E., PETRIE, M.J., CHEKETT, M. & HEWITT, D.G. (2004). Diet and nutrition of northern pintails wintering along the southern coast of Texas. *J. Wildlife Manage.* **68**:371-382.
- BARTONEK, J.C. & DANE, C.W. (1964). Numbered nasal discs for waterfowl. *J. Wildl. Manage.* **28**:688-692.
- BATCHELOR, T.A. & MCMILLAN, J.R. (1980). A visual marking system for nocturnal animals. *J. Wildl. Managem.* **44**:497-499.
- BEARHOP, S., FURNESS, R.W., HILTON, G.M., VOTIER, S.C. & WALDRON, S. (2003). A forensic approach to understanding diet and habitat use from stable isotope analysis of (avian) claw material. *Functional Ecology* **17**:270-275.
- BEARHOP, S., WALDRON, S., VOTIER, S.C. & FURNESS, R.W. (2002). Factors that influence assimilation rates and fractionation of nitrogen and carbon stable isotopes in avian blood and feathers. *Physiological and Biochemical Zoology* **75**:451-458.
- BELANT, J.L. & SEAMANS, T.W. (1993). Evaluation of dyes and techniques to color-mark incubating herring gulls. *J. Field Ornithol.* **64**:440-451.
- BENNETT, P.M. & HARVEY, P.H. (1987). Active and resting metabolism in birds: allometry, phylogeny and ecology. *J. Zool. London* **213**: 327-363.
- BERREVOETS, C.M., STRUCKER, R.C.W., ARTS, F.A., LILIPALY, S. & MEININGER, P.L. (2005). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2003/2004. Rapport RIKZ/2005.011.
- BEYEN, D. (1994). Invloed van voedselaanbod en verstoring op de verspreiding van de Bergeend *Tadorna tadorna* langs de Zeeschelde. Scriptie, Universiteit Antwerpen, Antwerpen
- BIDDY, C.J., BURGESS, N.D., HILL, D.A. & MUSTOE, S.H. (2000). Bird Census Techniques. Bird census techniques. Academic Press, London
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2001). Important Bird Areas and potential Ramsar Sites in Europe. Important Bird Areas and potential Ramsar Sites in Europe. BirdLife International, Wageningen
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004). Detailed species account from birds in Europe: population estimates, trends and conservation status, Wageningen.
- BLOMERT, A.M. (2002). De samenhang tussen bodemgesteldheid, droogligtijd en foerageerdichtheid van vogels binnen de intergetijdenzone. A&W-rapport 330. Altenburg & Wynenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- BOONSTRA, R., EADIE, J.M., KREBS, C.J. & BOUTIN, S. (1995). Limitations of far-infrared thermal imaging in locating birds. *J. Field Ornithology* **66**:192-198.
- BOS, T.A. & SCHEFFERLIE, G.J. (1988). Verspreiding, aantallen, rui en voedsel生态学 van de bergeend (*Tadorna tadorna* L.) in de Ooster- en Westerschelde. Studentenrapport. Rijkswaterstaat, Hogeschool Midden Nederland, Utrecht.
- BOUDEWIJN, T.J. (1989). De tafeleend *Aythya ferina* als zaadeter in de Grevelingen. *Limosa* **62**:169-176.
- Bowman, T. (2002). How to catch a sea duck with mist nets. Worknotes. Unpublished.

- BROWNING, B. (1959). An ecological study of the food habits of the mourning dove. *California Fish and Game* **45**:313-331.
- BRUDERER, B., UNDERHILL, L.G. & LIECHTI, E. (1995). Altitude choice of night migrants in a desert area predicted by meteorological factors. *Ibis* **137**:44-55.
- BRUINZEEL, L.W., VAN EERDEN, M.R., DRENT, R.H. & VULINK, J.T. (1997). Scaling metabolisable energy intake and daily energy expenditure in relation to the size of herbivorous waterfowl: limits set by available foraging time and digestive performance. Chapter 6. Pg. 111-132 in Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. van Eerden, M.R., PhD thesis. Univ. Groningen.
- BRYANT, D.M. (1981). Moulting Shelducks on the Wash. *Bird Study* **28**:157.
- BRYANT, D.M. (1978). Moulting Shelducks on the Forth estuary. *Bird Study* **25**:103-108.
- BRYANT, D.M. & LENG, J. (1975). Feeding distribution and behaviour of Shelduck in relation to food supply. *Wildfowl* **26**:20-30.
- BUB, H. (1991). Bird trapping and bird banding: a handbook for trapping methods all over the world. Cornell University Press, New York.
- BURTON, N.H.K. & ARMITAGE, M.J.S. (2005). Differences in the diurnal and nocturnal use of intertidal feeding grounds by Redshank *Tringa totanus*. *Bird Study* **52**:120-128.
- BUXTON, N.E. (1981). The importance of food in the determination of the winter flock sites of the Shelduck. *Wildfowl* **32**:79-87.
- BUXTON, N.E. & YOUNG, C.M. (1981). The food of the Shelduck in north-east Scotland. *Bird Study* **28**:41-48.
- BYERS, S.M. (1987). Extent and severity of nasal saddle icing on Mallards. *J. Field Ornithol.* **58**:499-504.
- CALVO, B. & FURNESS, R.W. (1992). A review of the use and the effects of marks and devices on birds. *Ringing & Migration* **13**:129-151.
- CAMPBELL, L.H. (1984). The impact of changes in sewage treatment on seaducks wintering in the Firth of Forth, Scotland. *Biological Conservation* **28**:173-180.
- CARBONE, C. & OWEN, M. (1995). Differential migration of the sexes of Pochard *Aythya ferina*: results from a European survey. *Wildfowl* **46**:99-108.
- CAREMANS, S. (1999). Typologie en habitatmodellering van overwinterende watervogels op de Zeeschelde. Licentiaatsverhandeling. Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- CASEMENT, N. (2001). Dietary niche separation of *Parus major* and *Parus caeruleus*? Evidence from molecular scatology. Undergraduate Dissertation, Oxford University, Oxford, UK.
- CHANEY, S.G. & KARE, M.R. (1966). Emesis in birds. *J. American Veterinary Medical Association* **149**:938-943.
- CLARK, N.A. (1990). Distribution studies of waders and shelduck in the Severn estuary in relation to the proposed tidal barrage. *Biol. J. Linn. Soc.* **51**:199-217.
- CLARK, R.G. & SHUTLER, D. (1999). Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks?. *Ecology* **80**:272-287.
- COLLIER, K.J. (1991). Invertebrate food supplies and diet of blue duck on rivers in two regions in the North Island, New Zealand. *New Zealand J. Ecol.* **15**:131-138.
- COOPER, B.A. (1995). Use of radar for wind-power-related avian research. Use of radar for wind-power-related avian research. National Avian-Wind Power Planning Meeting Proceedings.
- COOPER, B.A. & RICHIE, R.J. (1995). The altitude of bird migration in east-central Alaska: a radar system for studies of bird migration. *J. Field Ornithology* **62**:367-377.
- COOPER, B.A., DAY, R.H., RICHIE, R.J. & CRANOR, C.L. (1991). An improved marine radar system for studies of bird migration. *J. Field Ornithology* **66**:367-377.
- CRAIG, R.J. & BEAL, K.G. (1992). The influence of habitat variables on marsh bird communities of the connecticut river estuary. *Wilson Bull.* **104**:295-311.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. (EDS.) (1977). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Volume I. Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford.
- CRÉACH, V., SCHRICKE, M.T., BERTRU, G. & MARIOTTI, A. (1997). Stable isotopes and gut analysis to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **44**:599-611.
- CUMMINGS, J.L. (1987). Nylon fasteners for attaching leg and wing tags to blackbirds. *J. Field Ornithol.* **58**:265-269.
- CUSTER, C.M., CUSTER, T.W. & SPARKS, D.W. (1996). Radio telemetry documents 24-hour feeding activity of wintering lesser scaup. *Wilson Bull.* **108**:556-566.
- DAVIDSON, N. & ROTHWELL, P. (1993). Disturbance to waterfowl in estuaries. *Wader Study Group Bulletin* **68 Special Issue**:1-106.
- DE BRABANDERE, L., DEHAIRS, F., VAN DAMME, S., BRION, N., MEIRE, P. & DARO, N. (2002). Delta15N and delta13C dynamics of suspended organic matter in freshwater and brackish waters of the Scheldt estuary. *J. Sea Research* **48**:1-15.

- DE NEVE, L., YSEBAERT, T., MEIRE, P. & KUIJKEN, E. (1998). Macrobenthos van het sublittoraal van de Beneden Zeeschelde (1996-1997). Rapport Instituut voor Natuurbehoud 98/17, Brussel.
- DECEUNINCK, B., MAILLET, N., KERAUTRET, L. & RIOLS, C. & MAHÉO, R. (2000). . Dénombrements d'Anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-Janvier 1999. Rapport Wetlands International/ Ligue pour la Protection des Oiseaux au Ministère de l' environnement - Direction de la Nature e des Paysages,
- DEKINGA, A. & PIERSMA, T. (1993). Reconstructing diet composition on the basis of faeces in a mollusc-eating water, the knot *Calidris canutus*. *Bird Stud.* **40**:144-156.
- DELANY, S. & SCOTT, D. (2002). Waterbird population estimates. Waterbird population estimates. Third Edition. Wetlands international. Wetlands international Global Series Nr. 12, Wageningen.
- DELANY, S., REYES, C., HUBERT, E., PIHL, S., REES, E., HAANSTRA, L. & VAN STRIEN, A. (1999). Results form the international waterbird census in the Western Palearctic and Southwest Asia, 1995 and 1996. Wetlands International Publication No. 54, Wageningen.
- DETHIER, K. (1997). Voedseleecologie van de Wintertaling (*Anas crecca* L.) op twee slikgebieden in de Zeeschelde: verkennende studie naar het foerageergedrag en de voedselbeschikbaarheid. Ongepubliceerde Licentiaatsscriptie Universiteit Gent, Gent.
- DEVOS, K., MEIRE, P., YSEBAERT, T. & KUIJKEN, E. (1997). Watervogels in Vlaanderen tijdens het winterhalfjaar 1995/1996. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, IN 97/19, Brussel.
- DEVOS, K., YSEBAERT, T. & KUIJKEN, E. (2001). . Watervogels in Vlaanderen tijdens het winterhalfjaar 1997/1998. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2001.10, Brussel.
- DIRKSEN, S., SPAANS, A.L., VAN DER WINDEN, J. & VAN DEN BERGH, L.M.J. (1998). Nachtelijke vliegpatronen en vlieghoogtes van duikeenden in het Ijsselmeergebied. *Limosa* **71**:57-68.
- DOUGLAS, M.E. & PICKARD, C.J. (1992). Telemetry of body tilt for automatic data logging of blue duck diel behaviour. Pg. 599-611 in *Wildlife Telemetry - Remote monitoring and Tracking of Animals*. Priede, I.G. & Swift, S.M., (eds.). Ellis Horwood, Chichester, UK.
- DURAES, R. & MARINI, M.A. (2003). An evaluation of the use of tartar emetic in the study of bird diets in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *J. Field Ornith.* **74**:270-280.
- DURELL, S.E.A.L., STILLMAN, R.A., TRIPLET, P., AULERT, C, BIOT, D.O.D., BOUCHET, A., DUHAMEL, S., MAYOT, S. & GOSS-CUSTARD, J.D. (2005). Modelling the efficacy of proposed mitigation areas for shorebirds: a case study on the Seine estuary, France. *Biological Conservation* **123**:67-77.
- DWYER, T.G. (1972). An adjustable radio package for ducks. *Bird Banding* **43**:282-284.
- DZUS, E.H. & CLARK, R.G. (1996). Effects of harness-style and abdominally implanted transmitters on survival and return rates of mallards. *J. Field Ornithol.* **67**:549-557.
- ENS, B.J., BRINKMAN, A.G., DIJKMAN, E.M., MEESTERS, H.W.G., KERSTEN, M., BRENNINKMEIJER, A. & TWISK, F. (2005). Modelling the distribution of waders in the Westerschelde. What is the predictive power of abiotic variables? Alterra-rapport 1193, Wageningen.
- ERWIN, R.M. (1982). Observer variability in estimating numbers: an experiment. *J. Field Ornithol.* **53**:159-167.
- EVANS, D.M. & DAY, K.R. (2001). Does shooting disturbance affect diving ducks wintering on large shallow lakes? A case study on Lough Neagh, Northern Ireland. *Biological Conservation* **98**:315-323.
- EVANS, P.R. & PIENKOWSKI, M.W. (1982). Behaviour of Shelducks *Tadorna tadorna* in a winter flock: does regulation occur. *J. Animal Ecology* **51**:241-262.
- EVANS, P.R., HERDSON, D.M., KNIGHTS, P.J. & PIENKOWSKI, M.W. (1979). Short-term effects of reclamation of part of Seal Sands, Teesmouth, on wintering waders and Shelduck. *Oecologia* **41**:183-206.
- EVRRARD, J.O. (1986). Loss of nasal saddle on Mallard. *J. Field Ornithol.* **57**:170-171.
- EVRRARD, J.O. (1996). Effects of nasal saddles on Mallards and Blue-winged Teal. *Wildlife Society Bulletin* **24**:717-721.
- FORD, H.A., FORDE, N. & HARRINGTON, S. (1982). Non-destructive methods to determine the diets of birds. *Corella* **6**:6-10.
- FOX, A.D. (2002). Gadwall. pgs 186-188 in *The migration atlas: Movements of the birds of Britain and Ireland*. Wernham, C.V., Toms, M.P., Marchant, J.H., Clark, J.A., Siriwardena, G.M. & Baillie, S.R. (eds.), T. & A.D. Poyser, London.
- FOX, A.D. & STAWARCZYK, T. (1997). Pochard *Aythya ferina*. Pg. 102-103 in *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance*. W.J.M. Hagemeijer & M.J. Blair (eds.). T. & A.D. Poyser, London.
- FREEMAN, A.N.D., SMITH, P.J. (1998). Iso-electric focussing and identification of fisheries' waste in the diets of Westland petrels. *New Zealand J. Mar. Fresh. Res.* **32**:177-180.
- FRID, A. & DILL, L. (2002). Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology* **6**:11-26.
- FRY, B. & SHERR, E.B. (1984). Delta 13C measurements as indicators of carbon flow in marine and freshwater ecosystems. *Contributions in Marine Science* **27**:13-47.

- GARRETTSON, P.R. & ROHWER, F.C. (1996). Loss of an abdominally implanted radio transmitter by a wild Blue-winged teal. *Journal of Field Ornithology* **67**:355-357.
- GASTON, G.R. (1992). Green-winged teal ingest epibenthic meiofauna. *Estuaries* **15**:227-229.
- GAUNT, A.S. & ORING, L.W. (1999). Guidelines to the use of wild birds in research. 2e ed.. The Ornithological Council, Washington.
- GEELHOED, S.V.C. & SWAAN, A.H. (2002). Ruiende Bergeenden in de Westerschelde. BFO, Bureau Fauna Onderzoek, Rapport 0055, Egmond-Binnen.
- GILLINGS, S., FÜLLER, R.J. & SUTHERLAND, W.J. (2005). Diurnal studies do not predict nocturnal habitat choice and site selection of European golden plovers (*Peuvialis apricaria*) and Northern lapwings (*Vanellus vanellus*). *Auk* **122**:1249-1260.
- GIONFRIDDO, J.P., BEST, L.B., GIESLER, B.J. (1995). A saline-flushing technique for determining the diet of seed-eating birds. *Auk* **112**:780-782.
- GIROUX, J.F., BELL, D.V., PERCIVAL, F. & SUMMERS, R.W. (1990). Tail-mounted radio-transmitters for waterfowl. *J. Field Ornithol.* **61**:303-309.
- GOSS-CUSTARD, J.D., STILLMAN, R.A., WEST, A.D., CALDOW, R.W.G. & MCGRORTY, S. (2002). Carrying capacity in overwintering migratory birds. *Biological Conservation* **105**:27-41.
- GOSS-CUSTARD, J.D., STILLMAN, R.A., WEST, A.D., CALDOW, R.W.G., TRIPLET, P., DURELL, S.E.A.L.V.D. & MCGRORTY, S. (2004). When enough is not enough: shorebirds and shelfishing. *Proc. Roy. Soc. Lond. Series B: Biol. Sciences* **271**:233-237.
- GRAND, J.B. & FONDELL, T.F. (1994). Decoy trapping and rocket-netting for northern pintails in spring. *J. Field Ornithol.* **65**:402-405.
- GRAVELAND, J. (2005). Fysische en ecologische kennis en modellen voor de Westerschelde: wat is beleidsmatig nodig en wat is beschikbaar voor de m.e.r. Verruiming vaargeul? Rapport RIKZ/2005.018, Rijkswaterstaat, RIKZ, Middelburg.
- GREEN, A.J., FUENTES, C., VAZQUEZ, M., VIEDMA, C. & RAMON, N. (2004). Use of wing tags and other methods to mark marbled teal (*Marmaronetta angustirostris*) in Spain. *Ardeola* **51**:191-202.
- GREEN, R.E. & TYLER, G.A. (1989). Determination of the diet of the stone curlew (*Burhinus oediconemus*) by faecal analysis. *J. Zool. Lond.* **217**:311-320.
- GREENWOOD, R.J. (1977). Evaluation of a nasal marker for ducks. *J. Wildl. Manage.* **41**:582-585.
- GUILLEMAIN, M., FRITZ, H. & DUNCAN, P. (2002). The importance of protected areas as nocturnal feeding grounds for dabbling ducks wintering in western France. *Biological Conservation* **103**:183-198.
- GUILLEMAIN, M., FRITZ, H., GUILLON, N. & SIMON, G. (2002). Ecomorphology and coexistence in dabbling ducks: the role of lamellar density and body length in winter. *Oikos* **98**:547-551.
- GUILLEMAIN, M., HOUTE, S. & FRITZ, H. (2000). Activities and food resources of wintering Teal (*Anas crecca*) in a diurnal feeding site: a case study in western France. *Revue D Ecologie - la terre et la vie* **55**:171-181.
- GUILLEMAIN, M., SADOUL, N. & SIMON, G. (2005). European flyway permeability and abmigration in Teal *Anas crecca*, an analysis based on ringing recoveries. *Ibis* **147**:688-696.
- HARAMIS, G.M., JORDE, D.G., MACKO, S.A. & WALKER, J.L. (2001). Stable-isotope analysis of Canvasback winter diet in upper Chesapeake Bay. *Auk* **118**:1008-1017.
- HATCH, K.A., PINSHOW, B., SPEAKMAN, J.R. (2002). Carbon isotope ratios in exhaled CO₂ can be used to determine not just present, but also past diets in birds. *J. Comp. Physiol. B.* **172**:263-268.
- HELLINGS, L., DEHAIRS, F., TACKX, M., KEPPENS, E. & BAEYENS, W. (1999). Origin and fate of organic carbon in the freshwater part of the Scheldt estuary as traced by stable carbon isotope composition. *Biogeochemistry* **47**:167-186.
- HELLINGS, L., DEHAIRS, F., VAN DAMME, S. & BAEYENS, W. (2001). Dissolved inorganic carbon in a highly polluted estuary (The Scheldt). *Limnol. Oceanogr.* **46**:1406-1414.
- HEINDRICKX, P. (1997). Zaden in de Zeeschelde: eerste analyse van zaden onder verschillende schorvegetaties in slik en pelagiaal van het zoetwatergetijdengebied. Universiteit Gent ongepubliceerde thesis, Ghent.
- HESTBECK, J.B. (1993). Survival of Northern pintails banded during winter in North-America, 1950-188. *J. Wildlife Manage.* **57**:590-597.
- HOBSON, K.A. (1993). Trophic relationships among high arctic seabirds – insights from tissue-dependent stable-isotope models. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **95**:7-18.
- HOBSON, K.A. & CLARK, R.G. (1992). Assessing avian diets using stable isotopes. 1, Turnover of C-13 in tissues. *Condor* **94**:181-188.
- HOBSON, K.A. & CLARK, R.G. (1992). Assessing avian diets using stable isotopes: 2. factors influencing diet-tissue fractionation. *Condor* **94**:189-197.
- HOBSON, K.A. & CLARK, R.G. (1993). Turnover of 13C in cellular and plasma fractions of blood: implications for nondestructive sampling in avian dietary studies. *Auk* **110**:638-641.

- HOWERTER, D.W., B.L. JOYNT, R.B. EMERY, AND T.P. SANKOWSKI (1997). Effect of nasal discs on nesting by Mallards. *Journal of Field Ornithology* **68**:1-6.
- IVERSON, S.J., FJOLD, C., BOWEN, W.D. & BLANCHARD, W. (2004). Quantitative fatty acid signature analysis: a new method of estimating predator diets. *Ecological Monographs* **74**:211-235.
- KÄKELÄ, R., KÄKELÄ, A., KAHLE, S., BECKER, P.H., KELLY, A. & FURNESS, R.W. (2005). Fatty acid signatures in plasma of captive herring gulls as indicators of demersal or pelagic fish diet. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **293**:191-200.
- KENWARD, R.E. (2001). A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, London.
- KERSHAW, M. (2002). Common Pochard. Pg 204-207 in The migration atlas: Movements of the birds of Britain and Ireland. Wernham, C.V., Toms, M.P., Marchant, J.H., Clark, J.A., Siriwardena, G.M. & Baillie, S.R. (eds.). T. & A.D. Poyser, London
- KINKEL, L.K. (1989). Lasting effects of wing tags on ring-billed gulls. *The Auk* **106**:619-624.
- KIRBY, J.S. (1995). Winter population estimates for selected waterfowl species in Britain. *Biological Conservation* **73**:189-198.
- KÖHLER, P., KÖHLER, U., PYKAL, J., VAN KROSIGK, E. & FIRSCHING, U. (1995). Sustained pair bonds during moult migration? Pair formation during the break-up of family groups in Gadwall *Anas strepera*. *J. für Ornithologie* **136**:167-175.
- KOMDEUR, J., BERTELSEN, J. & CRACKNELL, G. (1992). Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB Special Publications No. 19, Slimbridge, UK.
- KOOB, M.D. (1981). Detrimental effects of nasal saddles on male ruddy ducks. *J. Field Ornithol.* **52**:140-143.
- KOOLOOS, J.G.M., KRAAIJEVELD, A.R., LANGENBACH, G.E.J. & ZWEERS, G.A. (1989). Comparative mechanisms of filter feeding in *Anas platyrhynchos*, *Anas clypeata* and *Aythya fuligula* (Aves, Anseriformes). *Zoomorphology* **108**:269-290.
- KORSCHGEN, C.E., GREEN, W.L., FLOCK, W.L. & HIBBARD, E.A. (1984). Use of radar with stationary antenna to estimate birds in a low-level flight corridor. *J. Field Ornithology* **55**:369-375.
- LACK, P. (1986). . The Atlas of Wintering Birds in Britain and Ireland. T. & A.D.Poyser, Carlton, Staffordshire
- LAJTHA, K & MICHENER, R. H. (ED.) (1994). Stable isotopes in ecology and environmental science. Methods in ecology. Blackwell, Oxford.
- LEBRET, T. (1961). The pair formation in the annual cycle of the Mallard, *Anas platyrhynchos* L.. *Ardea* **49**:97-158.
- LEDERER, R.J. & CRANE, R. (1978). The effects of emetics on wild birds. *North American Bird Bander* **3**:3-5.
- LERAY, G. (1992). L'hivernage de la Sarcelle d'hiver (*Anas crecca* L.) dans l'estuaire de la Loire: Bilan de 18 années de suivre. *Office National de la Chasse* **170**:9-19.
- LESCHACK, C.R. & HEPP, G.R. (1995). Kleptoparasitism of American Coots by Gadwall and its relationship to social dominance and food abundance. *Auk* **112**:429-435.
- LITVAITIS, J.A. (2000). Investigating food habits of terrestrial vertebrates. Pg. 165-190 in Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Boitani, L. & Fuller, T.K. (eds.). Columbia University Press, New York.
- MAJOR, R.E. (1990). Stomach Flushing of an Insectivorous Bird - an Assessment of Differential Digestibility of Prey and the Risk to Birds. *Australian Wildlife Research* **17**:647-657.
- MARSDEN, S.J. (2000). Impact of disturbance on waterfowl wintering in a UK dockland redevelopment area. *Environmental Management* **26**:207-213.
- MARSDEN, S.J., BELLAMY, G.S. (2000). Micorhabitat characteristics of feeding sites used by diving duck *Aythya* wintering on the grossly polluted Manchester Ship Canal, UK. *Environmental Conservation* **27**:287-283.
- MCKINNEY, F. & DERRICKSON, S. (1979). Aerial scratching, leeches and nasal saddles in Green-winged Teal. *Wildfowl* **30**:151-153.
- MCKNIGHT, S.K. & HEPP, G.R. (1998). Diet selectivity of gadwalls wintering in Alabama. *J. Wildl. Manage.* **62**:1533-1543.
- MCLUSKY, D.S., HULL, S.C. & ELLIOTT, M. (1993). Variations in the intertidal and subtidal macrofauna and sediments along a salinity gradient in the upper Forth Estuary. *Netherlands J. Aquatic Ecology* **27**:101-109.
- MECH, D.L. & BARBER, S.M. (2002). A critique of wildlife radio-tracking and its use in national parks: a report to the U.S. National Park Service. Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, Northern Prairie Wildlife Research Center Online. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/wildlife/radiotrkr/radiotrkr.htm>, Version 30DEC2002
- MEININGER, P.L. & SNOEK, H. (1992). Non-breeding Shelduck *Tadorna tadorna* in the southwest Netherlands: effects of habitat changes on distribution, numbers, moulting sites and food. *Wildfowl* **43**:139-151.

- MEIRE, P. (1993). Chapter 11: Consumption of benthic invertebrates by waterbirds in the Oosterschelde estuary, SW Netherlands. In Wader populations and macrozoobenthos in a changing estuary: the Oosterschelde. Meire, P., Ph.D. Thesis, Universiteit Gent, Gent.
- MEIRE, P., STARINK, M. & HOFFMANN, M. (1997). Integratie van ecologie en waterbouwkunde in de Zeeschelde: aanleiding tot en situering van het onderzoek milieu-effecten SIGMAplan (OMES). *Water* **102**: 315-322.
- METCALFE, C.R. (1960). Anatomy of monocotyledons I. Gramineae. Clarendon Press, Oxford.
- MIDDELBURG, J.J. & NIEUWENHUIZE, J. (1998). Carbon and nitrogen stable isotopes in suspended matter and sediments from the Schelde Estuary. *Marine Chemistry* **60**:217-225.
- MILLER, M.R. (1984). Comparative ability of northern pintails, gadwalls, and northern shovelers to metabolize foods. *J. Wildl. Manage.* **48**:362-370.
- MONVAL, J.-Y & GIRARD, O. (2000). Le Canard colvert, la sarcelle d'hiver & autres canards de surface. Enquête nationale sur les tableaux de chasse à tire saison 1998-1999. *Faune Sauvage* **251**:124-139.
- MONVAL, J.-Y. & PIROT, J.-Y. (1989). Results of the IWRB International Waterfowl Census 1967-1986. IWRB Special Publication 8, Slimbrigde, Gloucester.
- MOODY, T. (1970). A method for obtaining food samples from insectivorous birds. *Auk* **87**:579.
- MURRAY, D.L. & FULLER, M.R. (2000). A critical review of the effects of marking on the biology of vertebrates. Pg 15-64 in Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Boitani, L. & Fuller, T.K. (eds.). Columbia University Press, New York.
- NUDDS, T.D., ELMBERG, J., SJÖBERG, K., PÖYSÄ, H., NUMMI, P. (2000). Ecomorphology in breeding Holarctic dabbling ducks: the importance of lamellar density and body length varies with habitat type. *Oikos* **91**:583-588.
- NYSTRÖM, K.G.K. & PEHRSSON, O. (1988). Salinity as a constraint affecting food and habitat choice of mussel-feeding diving ducks Anatidae. *Ibis* **130**:94-111.
- OGILVIE, M. (2002). Eurasian Teal. Pg. 189-192 in The migration atlas: Movements of the birds of Britain and Ireland. Wernham, C.V., Toms, M.P., Marchant, J.H., Clark, J.A., Siriwardena, G.M. & Baillie, S.R. (eds.). T. & A.D. Poyser, London
- OGILVIE, M. (2002). Northern Pintail. Pg 196-198 in The migration atlas: Movements of the birds of Britain and Ireland. Wernham, C.V., Toms, M.P., Marchant, J.H., Clark, J.A., Siriwardena, G.M. & Baillie, S.R. (eds.). T. & A.D. Poyser, London
- OLNEY, P.J.S. (1965). The food and feeding habits of Shelduck *Tadorna tadorna*. *Ibis* **107**:527-532.
- OLNEY, P.J.S. (1968). The food and feeding habits of the Pochard, *Aythya ferina*. *Biol. Conserv.* **1**:71-76.
- OLNEY, P.J.S. (1963). The food and feeding habits of Teal, *Anas crecca*. *Proc. Zool. Soc. London* **140**:169-210.
- OLSEN, G.H., DEIN, F.J., HARAMIS, G.M. & JORDE, D.G. (1992). Implanting radio transmitters in wintering canvasbacks. *J. Wildl. Manage.* **56**:323-326.
- OOSTERBAAN, B.W.J., BROUWER, R.E. & DEN BOER, W.A. (2004). Bergeenden in de Westerschelde. Een telling van ruiende Bergeenden in 2004. G&G-rapport 2004-24, Van der Goes en Groot. Ecologisch Onderzoeks- en Adviesbureau.
- OSBORNE, B.C. (1982). Foot-trembling and feeding behaviour in the Ringed Plover *Charadrius hiaticula*. *Bird Study* **35**:25-30.
- OWEN, M. & DIX, M. (1986). Sex ratios in some common British wintering ducks. *Wildfowl* **37**:104-112.
- OWEN, M., ATKINSON-WILLES, G.L. & SALMON, D.G. (1986). Wildfowl in Great Britain, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- PAULUS, S.L. (1982). Feeding ecology of Gadwalls in Louisiana in winter. *J. Wildl. Manage.* **46**:71-76.
- PEASE, M.L., ROSE, R.K., BUTLER, M.J. (2005). Effects of human disturbances on the behaviour of wintering ducks. *Wildlife Soc. Bull.* **33**:103-112.
- PERRY, M.C. (1981). Abnormal behaviour of Canvasbacks equipped with radio transmitters. *J. Wildl. Manage.* **45**:786-789.
- PETERSON, B.J. & FRY, B. (1987). Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* **18**:293-320.
- PHILLIPS, V.E. (1991). Pochard *Aythya ferina* use of chironomid-rich feeding habitat in winter. *Bird Study* **38**:118-122.
- POULIN, B. & LEFEBVRE, G. (1995). Additional information on the use of tartar emetic in determining the diet of tropical birds. *The Condor* **97**:897-902.
- PÖYSÄ, H. (1987). Cost and benefits of group foraging in the teal (*Anas crecca*). *Behaviour* **103**:123-140.
- PÖYSÄ, H. (1986). Species composition and size of dabbling duck (*Anas* spp.) feeding groups: are foraging interactions important determinants?. *Ornis Fennica* **63**:33-41.
- PÖYSÄ, H., ELMBERG, J., NUMMI, P. & SJOBERG, K. (1994). Species composition of dabbling duck assemblages - ecomorphological patterns compared with null models. *Oecologia* **98**:193-200.
- PRADEL, R., RIOUX, N., TAMISIER, A. & LEBRETON, J.D. (1997). Individual turnover among wintering teal in Camargue: a mark-recapture study. *J. Wildlife Management* **61**:816-821.

- PRIEDE, I.G. & SWIFT, S.M., EDs. (1992). . Wildlife Telemetry - Remote monitoring and Tracking of Animals. Ellis Horwood, Chichester, UK
- PROP, J. (1998). Effecten van afvalwaterlozingen op trekvogels in de Dollard: een analyse van tellingen uit de periode 1974-1995 in Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek. Essink, K. & Esselink, P. (eds.), Rapport, RIKZ-98,020.
- RAPPOLDT, C. & ENS, B.J. (2005). Scholeksters en hun voedsel in de Westerschelde; een verkenning van de voedselsituatie voor de scholeksters in de Westerschelde over de periode 1992-2003 met het simulatiemodel WEBTICS. Alterra-Rapport 1209, Wageningen.
- RIDGILL, S.C. & FOX, A.D. (1990). Cold weather movements of waterfowl in Western Europe. IWRB Special Publication No. 13, Slimbridge.
- ROBERTSON, G.J. & COOKE, F. (1999). Winter philopatry in migratory waterfowl. *Auk* **116**:20-34.
- ROSE, P.M. (1995). Western Palearctic and SW Asia Waterfowl census 1994. IWRB, Slimbridge.
- ROSENBERG, K.V. & COOPER, R.J. (1990). Approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology* **13**:80-90.
- ROSSAERT, G. (1989). Voorkomen van watervogels langs de Zeeschelde: sterk beïnvloed door de watervervuiling. Scriptie. Universiteit Gent, Gent.
- ROSSAERT, G. (1993). Macrozoöbenthos en avifauna van het Groot Buitenschoor. M.E.R. rapport containerterminal Noord. Ecolas, Antwerpen.
- ROUNICK, J.S. & WINTERBOURN, M.J. (1986). Stable carbon isotopes and carbon flow in ecosystems. *BioScience* **36**:171-177.
- RYAN, P.G. & JACKSON, S. (1986). Stomach pumping: is killing seabirds necessary? *Auk* **103**:427-428.
- SALOMONSEN, F. (1968). The moult migration. *Wildfowl* **19**:5-24.
- SCOTT, D.A. & ROSE, P.M. (1996). Atlas of Anatidae populations in Africa and western Eurasia. Atlas of Anatidae populations in Africa and western Eurasia. Wetlands international, publication 41, Wageningen
- SEYS, J., VINCX, M. & MEIRE, P. (1999). Macrobenthos van de Zeeschelde, met bijzondere aandacht voor het voorkomen en de rol van Oligochaeta. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 99/4, Universiteit Gent, Brussel.
- SHEPPARD, S.K. & HARWOOD, J.D. (2005). Advances in molecular ecology: tracking trophic links through predator-prey food-webs. *Functional Ecology* **19**:751-762.
- SHERWOOD, G.A. (1966). Flexible plastic collars compared to nasal discs for marking geese. *J. Wildl. Manage.* **30**:853-855.
- SMITH, L.M., VANGILDER, L.D., HOPPE, R.T., MORREALE, S.J. & BRISBIN, I.L. (1986). Effect of diving ducks on benthic food resources during winter in South Carolina, U.S.A.. *Wildfowl* **37**:136-141.
- SORENSEN, M.P. (1989). Effects of neck collar radios on female Redheads. *J. Field Ornithol.* **60**:523-528.
- SPANOGHE, G., GYSELINGS, R. & VAN DEN BERGH, E. (2006). Monitoring van het Linkerscheldeovergebied in uitvoering van de resolutie van het Vlaams Parlement van 20 februari 2002: resultaten van het derde jaar. Bijlage 8.6 van het derde jaarverslag van de Beheercommissie Natuurcompensaties Linkerscheldeovergebied. Verslag Instituut voor Natuurbehoud IN.O.2006.1, Brussel.
- STIEHL, R.B. (1983). A new attachment method for patagial tags. *J. Field Ornithol.* **54**:326-328.
- STIKVOORT, E. (ED.) ET AL. (2003). Monitoring van de effecten van de verruiming 48'-43'.. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'-43'.. MOVE-rapport 7: MOVE hypothesendocument 2003. Onderliggende rapportage bij MOVE-rapport 8 (deel A en B) Evaluatierapport 2003. Rapport RIKZ/2003/009, Middelburg.
- SUTER, W. (1982). Die Bedeutung von Untersee-Ende/Hochrhein (Bodensee) als wichtiges Überwinterungswasser für Tauchenten (*Aythya, Bucephala*) und Blashuhn (*Fulica atra*). *Der Ornithologische Beobachter* **79**:73-96.
- SUTHERLAND, R.M. (2000). Molecular analysis of avian diets. PhD thesis, University of Oxford, Oxford.
- SUTHERLAND, W.J., NEWTON, I. & GREEN, R.E. (2004). Bird ecology and conservation. A handbook of techniques. Techniques in Ecology & Conservation Series. Oxford University Press, Oxford.
- SWANSON, G.A. & BARTONEK, J.C. (1970). Bias associated with food analysis in gizzards of blue-winged teal. *J. Wildl. Managem.* **36**:959-961.
- SWANSON, G.A. & SARGEANT, A.B. (1972). Observation of nighttime feeding behavior of ducks. *J. Wildl. Managem.* **36**:359-361.
- SYMONDSON, W.O.C. (2002). Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular Ecology* **11**:627-641.
- SZIJJ, J. (1965). Ökologische Untersuchungen an Entenvögeln (Anatidae) des Ermatinger Beckens (Bodensee). *Die Vogelwarte* **23**:24-71.
- TAMISIER, A. (1971). Régime alimentaire des sarcelles d'hiver, *Anas crecca* L. en Camargue. *Terre et vie* **1971**:344-377.
- TAMISIER, A. (1976). Diurnal activities of Green-winged Teal and Pintail wintering in Louisiana. *Wildfowl* **27**:19-32.

- TAMISIER, A. (1972). Eco-écologie des sarcelles d'hiver pendant leur hivernage en Camargue. Thèse Montpellier, Doctorat et Sciences Naturelles, Montpellier.
- TAMISIER, A. (1974). Etho-écological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône Delta, France). *Wildfowl* **25**:107-117.
- TAMISIER, A., ALLOUCHE, L., AUBRY, F. & DEHORTER, O. (1995). Wintering strategies and breeding success: hypothesis for a trade-off in some waterfowl species. *Wildfowl* **46**:76-88.
- THOMAS, G.J. (1982). Autumn and winterfeeding ecology of waterfowl at the Ouse Washes, England. *J. Zool. Lond.* **197**:131-172.
- THOMPSON, D.B.A. (1982). The abundance and distribution of intertidal invertebrates, and an estimation of their selection by Shelduck. *Wildfowl* **33**:151-158.
- THOMPSON, D.B.A. (1981). Feeding behaviour of wintering Shelduck on the Clyde estuary. *Wildfowl* **32**:88-98.
- THOMPSON, D.B.A., CURTIS, D.J. & SMYTH, J.C. (1986). Patterns of association between birds and invertebrates in the Clyde estuary. *Proc. Royal. Soc. Edinburgh* **90**:185-201.
- THOMPSON, D.R. & FURNESS, R.W. (1995). Stable-isotope ratios of carbon and nitrogen in feathers indicate seasonal dietary shift in northern fulmars. *The Auk* **112**:493-498.
- VALERA, F., GUTIERREZ, J.E., BARRIOS, R. (1997). Effectiveness, biases and mortality in the use of apomorphine for determining the diet of granivorous passerines. *The Condor* **99**:765-772.
- VAN DE KAM, J., ENS, B., PIERSMA, T. & ZWARTS, L. (2004). . Shorebirds. An Illustrated behavioural ecology. KNNV, VAN DEN BERGH, E., BUYSSE D., COECK, J., GYSELINGS, R., MERTENS, W., VAN BRAECKEL, A., BREINE, J., VANDECASTEELE, B., MUYLAERT, K., DU LAING, G., MAES, J., SOETAERT, K. & VAN DAMME, S. (2005). Zeeschelde. Pg. 153-161 in Natuurrapport 2005. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T., Van Reeth W., Weyembergh, G. & Kuijken, E. (red.). Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 24, Brussel.
- VAN DEN BERGH, E., VERBESSEM, I., DE REGGE, N., SOORS, J., DEVOS, K. & ANSELIN, A. (2002). Watervogels langs de Zeeschelde: resultaten van de boottellingen 1999/2000, 2000/2001 en 2001/2002. *Vogelnieuws* **4**:14-18.
- VAN DEN BERGH, E., VERBESSEM, I., DE REGGE, N., SOORS, J., DEVOS, K. & ANSELIN, A. (2003). Watervogels langs de Zeeschelde: resultaten van de boottellingen 2002/2003. *Vogelnieuws* **6**:16-17.
- VAN DEN BERGH, E., DE REGGE, N. & SOORS, J. (2007). Watervogels langs de Zeeschelde en Rupel: resultaten van 15 jaar boottellingen. *Vogelnieuws – Ornitologische Nieuwsbrief van het INBO* **7**: 6-9.
- VAN DEN BERGH, E., YSEABAERT, T., MEIRE, P. & KUIJKEN, E. (1998). Watervogels in de internationaal beschermde gebieden van de Beneden Zeeschelde: trends van 1980 tot 1997. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 98/18, Brussel.
- VAN EERDEN, M.R. & MUNSTERMAN, M.J. (1997). Patch use upon touch: filter-feeding European Teal *Anas crecca* have environmentally and socially determined foraging goals. Pg. 165-185 in Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. van Eerden, M.R., PhD thesis. Univ. Groningen, The Netherlands.
- VAN EERDEN, M.R., DE LEEUW, J.J., SLAGER, B & BIJ DE VAATE, A. (1997). A field test of the carrying capacity concept in wintering diving ducks: do high foraging consts delimit exploitation of zebra mussels? Pg. 283-316 in Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. van Eerden, M.R., PhD thesis. Univ. Groningen, The Netherlands.
- VAN EERDEN, M.R., ZIJLSTRA, M., VAN ROOMEN, M. & TIMMERMAN, A. (1996). The response of Anatidae to changes in agricultural practice: long-term shifts in the carrying capacity of wintering waterfowl. *Gibier Faune Sauvage* **13**:681-706.
- VAN IMPE, J. (1985). Estuarine pollution as a probable cause of increase of estuarine birds. *Mar. Pollut. Bull.* **16**:271-276.
- VAN ROOMEN, M., VAN WINDEN, E., KOFFIJBERG, K., BOELE, A., HUSTINGS, F., KLEEFSTRA, R., SCHOPPERS, J., VAN TURNHOUT, C., SOVON GANZEN-EN ZWANENWERKGROEP & SOLDAAT, L. (2004). Watervogels in Nederland in 2002/2003. SOVON-monitoringsrapport 2004/02, RIZA-rapport BM04/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- VAN WAEYENBERGE, J., ANSELIN, A. & MEIRE, P. (1999). Aantallen, verspreiding en ecologie van de broedvogels in de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 99/16, Brussel.
- VERBESSEM, I., YSEABAERT, T., VAN DEN BERGH, E., DE REGGE, N., SOORS, J. & KUIJKEN, E. (2002). 10 jaar monitoring op het Groot Buitenschoor. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, 02/10. Instituut voor Natuurbehoud: Brussel,
- VERMEERSCH, G., ANSELIN, A., DEVOS, K., HERREMANS, M., STEVENS, J., GABRIËLS, J. & VAN DER KRIEKEN, B. (2004). . Atlas van de Vlaamse broedvogels 2000-2002. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 23, Brussel.

- VOET, H. (2003). Vleugelrui van Bergeenden *Tadorna tadorna* aan de Beneden-Schelde in het Antwerps havengebied: biologische aspecten bij de zomerconcentratie. 1-88. Rapport in eigen beheer, Ekeren
- VOET, H. (1982). Bergeenden, *Tadorna tadorna*, in slagpenrui aan de Beneden-Schelde by Antwerpen. *Giervalk* **72**:91-99.
- WALMSLEY, J.G. & MOSER, M.E. (1981). The winter food and feeding habits of Shelduck in the Camargue, France. *Wildfowl* **32**:99-106.
- WERNER, S., MÖRTEL, M., BAUER, G.-H. & ROTHHAUPT, K.-O. (2005). Strong impact of wintering waterbirds on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) populations at Lake Constance, Germany. *Freshwater Biology* **50**:1412-1426.
- WEST AD, GOSS-CUSTARD JD, DURELL SEAL, STILLMAN RA (2005). Maintaining estuary quality for shorebirds: towards simple guidelines. *Biological Conservation* **123**:211-224.
- WILLI, P. (1970). Zugverhalten, Aktivitat Nahrung und Nahrungserwerb auf dem Klinnauer Strausee häufig auftretender Anatiden, insbesondere von Krikente, Tafelente und Reiherente. *Der Ornithologische Beobachter* **67**:141-217.
- WILSON, R.P. (1984). An improved stomach pump for penguins and other seabirds. *J. Field Ornithol.* **55**:109-112.
- YASUÉ, M. (2006). Environmental factors and spatial scale influence shorebirds' responses to human disturbance. *Biol. Cons.* **128**:47-54.
- YATES, M.G., GOSS-CUSTARD, J.D., MCGRORTY, S., LAKHANI, K.H., DURELL, S.A.E. LE V. DIT, CLARKE, R.T., RISPIN, W.E., MOY, I., YATES, T.J., PLANT, R.A. & FROST, A.J. (1993). Sediment characteristics, invertebrate densities and shore bird densities on the inner banks of the Wash. *J. Appl. Ecol.* **30**:599-614.
- YSEBAERT, T., DEVOS, K., ANSELIN, A., MEIRE, P. & KUIJKEN, E. (1998). Watervogels langs de Zeeschelde 1995/1996. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 98/16, Brussel.
- YSEBAERT, T., DEVOS, K., ANSELIN, A., MEIRE, P. & KUIJKEN, E. (1999). Watervogels langs de Zeeschelde 1996/1997. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 99/10, Brussel.
- YSEBAERT, T., MEININGER, P.L., MEIRE, P., DEVOS, K., BERREVOETS, C.M., STRUCKER, R.C.W. & KUIKEN, E. (2000). Waterbird communities along the estuarine salinity gradient of the Schelde estuary. *Biodivers. Conserv.* **9**:1275-1296.
- ZWARTS, L. (1976). Density-related processes in feeding dispersion and feeding activity of Teal (*Anas crecca*). *Ardea* **64**:192-193.
- ZWARTS, L. (1988). Numbers and distribution of coastal waders in Guinea-Bissau. *Ardea* **76**:42-55.



Figuur 56. Foerageersporen van bergeend in slik ('scything'). Foto T. Ysebaert.

8 Appendices

Appendix 1: lijst van de geraadpleegde experts

Achternaam	Voornaam	E-mail	Instelling	Land	expertise
Blackburn	Adrian	blackburn@suleska.freereserve.co.uk		VK	Vleugelmerken bij smient
Borst	Addy	addy.borst@tno.nl	TNO	Nederland	Radarsystemen
Boudewijn	Theo	t.j.boudewijn@buwa.nl	Bureau Waardenburg	Nederland	Watervogeltellingen
Brinkman	Bert	Bert.Brinkman@wur.nl	Alterra	Nederland	Foeragegedrag, modellering
Ceulemans	Thomas	thomas.ceulemans@hvv.be	Hubertus Vereniging Vlaanderen	België	Neuszadels
Clark	Bob	Bob.Clark@EC.GC.CA	Canadian Wildlife Service	Canada	Ecologie eenden, neusmerkers, telemetrie
Cox	Robert (Bobby)	robert_cox@usgs.gov	Northern Prairie Wildlife Research	VS	Radio tracking en telemetrie,
De Grootte	Davy	ddegroote@natuurwetenschappen.n.be	KBIN	België	Radar systemen
Dehairs	Frank	fdehairs@vub.ac.be	VUB; Analytical and Environmental	België	Stabiele isotopen analyse
Delue	Jan	jan.delye@flir.be	FLIR-systems	België	Thermische camera's
Emery	Bob	b_emery@ducks.ca	Institute for Wetland and Waterfowl	Canada	Neusschijfjes (nasal discs), merkers, radiotelemetry
Ens	Bruno	bruno.ens@wur.nl		Nederland	Modellering, specialist, algemene kennis vogels; eenden
Everaerts	Jurgen	jurgen.everaerts@vito.be	VITO	België	Remote sensing
Fleskes	Joseph P (Joe)	joe_fleskes@usgs.gov	Northern Prairie Wildlife Research	VS	Radio tracking en telemetrie,

Achternaam	Voornaam	E-mail	Instelling	Land	expertise
Foque	Johan	johan.foque@lin.vlaanderen.be	AMINAL	België	Eendenkooi Bornem - natuurwachter
Gendron	Michel	MichelH.Gendron@ec.gc.ca	Canadian Wildlife Service	Canada	Neusschijfjes (nasal discs), merkers, radiotelemetry
Goss-Custard	John	j.d.goss-custard@exeter.ac.uk	Centre for Ecology and Hydrology	VK	Modellering, draagkracht, ecologie watervogels
Green	Andy	ajgreen@ebd.csic.es	Department of Applied Biology,	Spanje	Ringen, markeren van vogels, wing tags, neus zadels
Guillemain	Matthieu	m.guillemain@oncfs.gouv.fr	ONCFS (Office National de la	Frankrijk	Voedseleecologie, vangtechnieken, ecomorfologie, zwemeenden
Hatch	Kent A.	kent_hatch@byu.edu	Integrative Biology, Brigham Young	VS	Stabiele isotoop analyse, ademanalyse van vogels
Hervé	Fritz	fritzh@cebc.cnrs.fr	CNRS	Frankrijk	Respons modellering eenden
Juvaste	Risto	risto.juvaste@kolumbus.fi		Finland	Ringwerk, http://www.ncp.fi/staff/juvaster/
Karelse	Désiré	karelse@kabelfoon.nl	Voorzitter Stichting Eendenkooi	Nederland	Eendenkooi systemen
Kenow	Kevin P.	kkenow@usgs.gov	USGS	VS	Radio-telemetry, watervogel ecologie
Klaassen	Marcel	m.klaassen@nioo.knaw.nl	NIOO	Nederland	Isotopen-analyse
Leray	Gilles	g.leray@oncfs.gouv.fr	ONCFS (Office National de la	Frankrijk	Duikeenden vangen, wintertaling, voedseleecologie, vangtechnieken
Meininger	Peter	P.L.Meininger@rikz.rws.minvenw.nl	RIKZ, Middelburg	Nederland	Specialist, algemene kennis vogels; eenden
Miller	Michael R.	michael_r_miller@usgs.gov	Western Ecological Research Center -	Canada	Telemetry pijlstaart

Achternaam	Voornaam	E-mail	Instelling	Land	expertise
Ogilvie	Malcolm	MAOgilvie@indaal.demon.co.uk		VK	Ringen, wintertaling expert, markeren
Piersma	Theunis	theunis@nioz.nl	Rijksuniversiteit Groningen	Nederland	Ringwerk, wingtags, telemetrie, gedragsonderzoek, steltlopers, http://www.rug.nl/biologie/onderzoek/onderzoekgroepen/dieroecologie/
Podlesak	David W.	Dpod5830@postoffice.uri.edu	Dept. Of Natural Resources Science,	VS	Stabiele isotoop analyse, ademanalyse van vogels
Poot	Martin	m.poot@buwa.nl	Bureau Waardenburg,	Nederland	Effecten van windturbines op vogels eigen veldonderzoek met radar
Popovkina	Anastasia	nastya@soil.msu.ru	Dierentuin Moscou	USSR	Http://soil.ss.msu.ru/~nastya/tadorna/popovk.html ; ringen
Rappoldt	Kees	Kees.Rappoldt@wur.nl		Nederland	Modelering van vogelpopulaties (b.v. Scholekster model)
Rodrigues	David	drodrigues@esac.pt		Portugal	Vangtechnieken, ringen, neuszadels, telemetrie
Spaans	Bernard	spaans@nioz.nl	Koninklijk Nederlands Instituut voor	Nederland	telemetrie
Stillman	Richard	rast@ceh.ac.uk	Centre for Ecology and Hydrology	VK	Modellering
Symondson	William O.C.(Bill)	symondson@Cardiff.ac.uk	School of Biosciences Cardiff University	VK	Moleculaire identificatie van voedsel in het dieet van consumenten,
Van Den Bossche	Wim	wim.vandenbossche@Natuurpunt.be	Natuurpunt	België	Ooievaarproject, website maken over dergelijk project, telemetrie
van Eerden	Mennobart	m.veerden@riza.rws.minvenw.nl	RIZA, IJlstad	Nederland	Ecologie eendachtigen; experimenteel onderzoek
van Gils	Jan	j.vangils@nioo.knaw.nl	NIOO	Nederland	Telemetrie, voedselécologie

Appendix 2: radio en satelliet-tracking – lijst van de leveranciers

Bedrijven die materiaal aanleveren¹⁶:

De firma's waar onderzoekers positieve ervaringen mee hadden bij watervogelonderzoek zijn gemarkeerd met (++) negatieve ervaringen staan aangegeven met (--). Dit is slechts een indicatie, over de meeste firma's kon geen informatie gevonden worden.

Elke firma is min of meer gespecialiseerd in bepaalde producten. Het is verstandig om aanbevelingen te bevragen bij collega onderzoekers. Plaats de orders op tijd: de beste firma's zijn meestal druk bezet.

De kwaliteit van de zenders is essentieel voor het slagen van een studie. Het is verstandig om de firma's aan de tand te voelen over productkwaliteit (zie tips Kenward 2001: 79-82).

Advanced Telemetry Systems, Inc. (++)

470 1st Ave. No., P.O. Box 398

Isanti, MN 55040 USA

Phone: 1-763-444-9267 / Fax: 1-763-444-9384

e-mail: sales@atstrack.com

<http://www.atstrack.com>

wide range of VHF telemetry equipment custom made for all species including marine applications, physiologic monitoring and automated data collection; also market programmable walkie-talkie size ICOM receivers

AF Electronics, Inc.

1906 Federal Dr.

Urbana, IL 61801 USA

Phone / Fax: 217-328-0800

receiving antennas

American Wildlife Enterprises

737 Silver Lake Road

Monticello, FL 32344 USA

Phone: 1-850-997-3551 / Fax: 1-850-997-3552

e-mail: BradAWE@aol.com

custom-built small avian and other miniature transmitters (usually <10g)

Andreas Wagener Telemetrieanlagen

Herwarthstr. 22

D - 50672 Koeln

Germany

Phone: +49(0) 221 514966 / Fax: +49(0) 221 9521867

e-mail: info@wagener-telemetrie.de

<http://www.wagener-telemetrie.de>

transmitters, receivers, antennaes, and other helpful equipment for the researcher with specialties in falconry and hunting supplies

Ayama-Segutel Radio Tracking

133 Bajos, Camí Ral

Mataró 08301

Barcelona, Spain

Phone: +34 (93) 7905862 / Fax: +34 (93) 7964932

e-mail: ayama@ayama.com

¹⁶ Selectie van leveranciers met specialisatie in vogelzenders – ontvangers. Completere lijst van leveranciers in Mech & Barber (2002)

<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/wildlife/radiotr/appenda.htm> en Biotelemetrie (overzicht leveranciers): <http://www.biotelem.org/manufact.htm>

<http://www.ayama.com>
transmitters and receivers

Biomark

134 N. Cloverdale Rd.
Boise, ID 83713 USA
Phone: 1-208-378-4900 / Fax: 1-208-378-0487
email: marko@biomark.com;
<http://www.biomark.com/>
RFID technology (PIT tags)

Biotelemetry, Inc.

6520 Contempo Lane
Boca Raton, FL 33433 USA
Phone: 1-407-394-0315 / Fax: 1-407-394-0315
e-mail: biotran@ix.netcom.com ;
<http://www.biotelemetry.com/index.html>
custom design of micro-miniature surgically implantable transmitters; infrared-powered transmitters

Biotrack Ltd.

52 Furzebrook Rd.
Wareham, Dorset BH20 5AX
United Kingdom
Phone: +44(0) 1929 552 992 / Fax: +44(0) 1929 554 948
e-mail: info@biotrack.co.uk
<http://www.biotrack.co.uk>
telemetry systems and software

GFT - Gesellschaft fur Telemetriesysteme mbH

Eichenweg 26
D-25358 Horst
Tel: +49-(0)4126-3879-3/5
Fax: +49-(0)4126-3879-4
Contact: Rolf Laschefski-Sievers
e-mail: RLS.GFTMBH@T-Online.de

specializing in producing any kind of radio telemetry devices from small (<1g) transmitters up to Argos PTTs and GPS tags; develop hard- and software according to customer specifications

H.A.B.I.T. Research, Ltd.

1-203 Harbour Rd.
Victoria, BC V9A 3S2
CANADA
Phone: 1-250-381-9425 / Fax: 1-250-381-9426
e-mail: info@habitresearch.com
<http://www.habitresearch.com/>
wide range of VHF, satellite, GPS transmitters; specialize in waterproof and floatable lightweight transmitters suitable for animals in size from robins to elephants

Holohil Systems Ltd. (++)

112 John Cavanagh Rd.
Carp, Ontario
Canada K0A 1L0
Phone: 1-613-839-0676 / Fax: 1-613-839-0675
email: info@holohil.com

<http://www.holohil.com>

radio transmitters; wide range of VHF equipment custom made for all species

IMF Technology GmbH

Große Müllroser Str. 46

15232 Frankfurt (Oder)

Germany

Phone: 49-0335-556040 / Fax: 49-0335-556049

custom design and manufacture of telemetry systems with a specialty on behavioural and physiological monitoring, also produce GPS collars and infrared sensing units

Lotek Wireless, Inc. (For Freshwater, Terrestrial, and Avian)

115 Pony Drive

Newmarket, Ontario

Canada L3Y 7B5

Phone: 1-905-836-6680 / Fax: 1-905-836-6455

e-mail: telemetry@lotek.com

<http://www.lotek.com>

GPS telemetry systems with remote downloading capabilities for large mammals, digital coding for transmitters, small transmitters for fish and fisheries management systems

Lotek Wireless, Inc. (For Marine)

114 Cabot Street

St. John's, Newfoundland

Canada A1C 1Z8

Phone: 1-709-726-3899 / Fax: 1-709-726-5324

e-mail: marine.telemetry@lotek.com

<http://www.lotek.com>

products include acoustic, radio, combined acoustic radio, archival and satellite systems for marine telemetry applications

Merlin Systems, Inc.

P.O. Box 190257

Boise, ID 83719 USA

Phone: 1-208-362-2254 / Fax: 1-208-362-2140

e-mail: info@merlin-system.com

<http://www.merlin-systems.com/>

telemetry equipment with falconry emphasis

Microtes Wildlife Engineering (++)

Veilingstraat 17

6827 AK Arnhem

The Netherlands

++31 26 4463600

Contact: Kees van't Hoff

e-mail: microtes@microtes.com

<http://www.xs4all.nl/~microtes/> (Jan. 2006, still under construction)

Microwave Telemetry, Inc. (++)

8835 Columbia 100 Pkwy.

Suites K & L

Columbia, MD 21045 USA

Phone: 1-410-715-5292 or 1-410-715-5293 / Fax: 1-410-715-5295

e-mail: microwt@aol.com

<http://www.microwavetelemetry.com>

(specializing in miniature Argos satellite transmitters for tracking birds also elephants to whales) (smallest unit weighs under 30 grams complete), and digital coding transmitters and data collection systems

Mini-mitter Co., Inc.

P.O. Box 3385
Sunriver, OR 97707 USA
Phone: 1-503-593-8639 Fax: 1-503-593-8639
e-mail: rrushmmtr@aol.com
<http://minimitter.com>

specialize in small telemetry applications and physiologic and behavioral monitoring systems, automated data collection systems and software

North Star Science and Technology, LLC

Technology Center Bldg.
1450 S. Rolling Rd.
Rm 4.036
Baltimore, MD 21227 USA
Phone: 1-410-961-6692 / Fax: 1-603-462-5144 or 1-410-772-5985
e-mail: blakehenke@msn.com
<http://www.northstarst.com>

satellite-based telemetry; battery and solar powered PTTs through Argos system; software

Sandpiper Technologies, Inc.

535 W. Yosemite Ave.
Manteca, CA 95337
Phone: 1-209-239-7460 / Fax: 1-209-239-1571
e-mail: Ann@Sandpipertech.com
<http://www.Sandpipertech.com>

video and surveillance systems for nests & burrows

Service Argos, Inc.

1801 McCormick Dr., Suite 10
Largo, MD 20744 USA
Phone: 1-301-925-4411 / Fax: 1-301-925-8995
e-mail: info@argosinc.com
<http://www.argosinc.com>

satellite system; provide required licensing and use privileges, and data transfer for Argos satellite system; do not provide any equipment or supplies

The Sexton Company

860 E St. NE
Salem, OR 97301-1223 USA
Phone: 1-503-371-6239 / Fax: 1-503-371-0994
e-mail: kens@thesextonco.com

makes waterproof boxes for Telonics receivers and will also custom make housings for other receivers and electronic gear, and underwater housings for cameras, etc.

Sirtrack Limited

Private Bag 1403
Goddard Lane
Havelock North
New Zealand
Phone: 64-6-877-7736 / Fax: 64-6-877-5422
e-mail: sirtrack@landcare.cri.nz
<http://www.sirtrack.com/>

designs, builds, and packages radio tracking and telemetry equipment for wildlife research including satellite tracking systems and a wide range of VHF transmitters for all species

Telemetry Solutions

1130 Burnett Avenue, Suite J
Concord, CA 94520 USA
Phone: 1-925-798-2373 / Fax: 1-925-798-2375
email: gkermeeen@telemetrysolutions.com ; <http://www.telemetrysolutions.com>
VHF and GPS telemetry; remote downloading GPS collar under 800g

Telonics, Inc. (++)

932 East Impala Ave.
Mesa, AZ 85204-6699 USA
Phone: 1-480-892-4444 / Fax: 1-480-892-9139
e-mail: info@telonics.com
<http://www.telonics.com>
wide range of fixed design VHF equipment as well as GPS and ARGOS tracking systems

Titley Electronics Pty Ltd

P.O. Box 19
Ballina, NSW 2478
Australia
Phone / Fax: country code - 61, number - 2-66-866-617
email: titley@nor.com.au
<http://www.titley.com.au>
transmitters, receivers, antennae, and other equipment including Anabat bat detectors

TVP Positioning AB (Televilt International AB)

Box 53
SE-711 32 Lindesberg
Sweden
Phone: +46.581.17195 / Fax: +46.581.17196
e-mail: info@televilt.se ; Per-Arne Lemnell [per-arne.lemnell@televilt.se]
<http://www.positioning.televilt.se>
wide range of VHF equipment, automated tracking and data collection systems and data analysis packages, GPS systems (Tail clip transmitter for mallard); Personal communication with TVP positioning: The TXP-L tail tag can either be supplied with a small clip or with threads for attachment. To reduce the weight they suggest the threads to tie around the base of the feather(s). Also the antenna should be attached to the feather, unless a diving species. Then the shorter antenna has to be pointing up (adds some weight). In general the antenna on a tailmount for ducks can only be 20 cm, by experience. The transmitter price is 171 Euro. If more than 24 units are ordered there is a 10% discount. Minimum 10 units of this type can be purchased.

Wildlife Computers

16150 NE 85th St. #226
Redmond, WA 98052 USA
Phone: 1-425-881-3048 / Fax: 1-425-881-3405
e-mail: tags@wildlifecomputers.com
<http://www.wildlifecomputers.com>
time-data and satellite-linked recorders with software; specialize in dive data recorders and ARGOS tracking applications for marine vertebrates; time-depth recorder, satellite link, software

Wildlife Materials Inc. (++)

1031 Autumn Ridge Road

Carbondale, IL 62901 USA

Phone: US 1-800-842-4537 and Canada 1-800-626-2704

e-mail: info@wildlifematerials.com<http://www.wildlifematerials.com>*wide range of manufactured VHF equipment (transmitters, receivers, antennae, accessories) and automated data collection; implantable transmitters*

Appendix 3: bergeend oefening

BMR (basal metabolic rate) van de bergeend wordt geschat op 333 kJ.d^{-1} (Meire 1993) tot 390 kJ.d^{-1} (Evans et al., 1979). De dagelijkse energiebehoefte wordt geschat op ongeveer $3 \times \text{BMR}$ (Baldassarre & Bolen, 1994). In totaal is de energiebehoefte dus $999\text{-}1170 \text{ kJ.d}^{-1}$.

De berekeningen geven een schatting voortgaand op een energiebehoefte van 1000 kJ.d^{-1} , een totale energie (gross energy) voor Oligochaeta van $23 \text{ kJ.g}^{-1} \text{ DW}$ en de veronderstelling dat de bergeenden zich enkel voeden met Oligo's

→ eenvoudig: dit zou betekenen dat de bergeend 43g Oligochaeta (DW) moet consumeren om aan de dagelijkse behoefte te voorzien. Dit is een minimum schatting aangezien de werkelijk geassimileerde energie (TME True Metabolizable Energy) steeds lager is (20-30%) (Baldassarre & Bolen, 1994). Hierdoor is een dagelijkse consumptie van 50g een betere schatting van voedselopname om te voorzien in de noodzakelijke energie.

In Branst vinden we 20g Oligochaeta DW.m^{-2} . (of 2 mg.cm^{-2}) (hoge waarde)

→ dus een bergeend zou een equivalent aan 2.5 m^2 slik leegeten per dag

Tussen de Durme monding en de Cramp vinden we 66 ha slik (660000 m^2). Simpel gesteld (overall evenveel voedsel gedurende een volledig winterseizoen) is dit een equivalent voor 264000 bergeend-vogeldagen voedsel. [in dit gebied verblijven gedurende nov-mrt (150 dagen) ongeveer 250 vogels]. Dus een equivalent aan voedsel voor 37500 vogeldagen is nodig om de populatie te onderhouden. Dit is voor de bergeend mogelijk met bovenstaande grove berekening. [bedenk natuurlijk dat hier ook grote groepen wilde eend, wintertaling en krakeend foerageren]

Is het a priori mogelijk voor een bergeend om zo'n hoeveelheid voedsel te verzamelen op een dag? Foerageergedrag observatie door Beyen (1994): gemiddeld percentage foerageren tijdens 1 volledig getij is 33% van de tijd (Branst) (In die tijd verzamelt de bergeend dus zijn dagelijkse portie voedsel). Dit betekent dat per etmaal ongeveer 8 uur voedsel wordt gezocht. Dit in de veronderstelling dat de activiteit 's nachts en overdag gelijk is (Beyen (1994) stelde 's nachts ook activiteit vast maar weinig gegevens).

→ dit betekent dat de bergeend ongeveer 6.25 g Oligochaeta h^{-1} of 1.7 mg Oligochaeta per sec. verzameld. Dit is ongeveer de hoeveelheid Oligochaeta aanwezig op 1cm^2 slik (Branst).

Een foerageer activiteit (opgemeten door Beyen, 1994) duurt grofweg 5 sec.

→ om aan de energie behoefte te voldoen zou dit (in Branst) overeenkomen met het een equivalent afeten van 5 cm^2 slik per foerageeractie (en dan 8.7 mg Oligo's uitfilteren).

Deze oefening zou men kunnen doen voor alle soorten die foerageren op een slik. Dit zou een idee geven over de draagkracht van het systeem.

