

V ~~1857~~
4959
dubbel

EEN VERKENNEND ONDERZOEK AAN
BODEMDIEREN EN
FAECES-ANALYSE VAN STELTLOPERS IN DE
WESTERSCHELDE

Bas van Gennip

Stageverslag Prof. H.C. van Hall Instituut, Groningen

bij Rijkwaterstaat Dienst Getijdewateren, Middelburg

Middelburg, juni 1992

DANKWOORD

Hierbij wil ik de volgende personen bedanken voor hun bijdrage aan deze onvergetelijke ervaring, die ik heb opgedaan tijdens mijn stage bij Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren te Middelburg in de periode januari - mei 1992.

Allereerst Peter Meininger voor de begeleiding en geduldige uitleg bij verschillende onderdelen van mijn functie tijdens de stage en voor het bieden van de mogelijkheid om naast mijn onderzoek nog andere activiteiten te verrichten op het gebied van ornithologisch onderzoek.

Daarnaast Cor Berrevoets, Rob Strucker, Pim Wolf en Henk Baptist, bij wie ik altijd terecht kon met al mijn vragen over de verschillende aspecten van het vogelonderzoek.

Voorts gaat mijn dank uit naar Ed Stikvoort, die mij een goede basis heeft gegeven voor het determineren van benthos en alles wat daarmee te maken heeft.

Speciaal wilde ik Aad Smaal bedanken voor het bieden van de gelegenheid, mij naar Frankrijk te laten gaan, om daar mee te helpen met een onderzoek aan Mosselen en Oesters.

Mijn grootste dank gaat uit naar Hans Schekkerman en Paul Ruiters, die samen met mij het eigenlijke onderzoek hebben gedaan en mij alle vrijheid lieten, mij te verdiepen in het onderwerp zonder hier te grote druk achter te zetten. Zonder hen was mijn onderdeel van het onderzoek niet tot zo'n voorspoedig einde gekomen.

INHOUD

1 INLEIDING	3
2 RIJKSWATERSTAAT-DIENST GETIJDE WATEREN (RWS-DGW)	4
3 VOGELONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN DUURZAAM*DRAAGKRACHT	5
3.1 BESCHRIJVING WESTERSCHELDE	5
3.1.1 STELTLOPERS	5
3.1.2 BODEMDIEREN	5
3.2 ONDERZOEK	7
3.2.1 GEBIEDEN	7
3.2.2 VOGELSOORTEN	8
3.2.3 TELLINGEN	8
3.2.4 MONSTERNAME EN FAECES-ANALYSE	9
4 NEVENACTIVITEITEN	10
4.1 TELLINGEN	10
4.2 METEN EN SEXEN	12
4.3 FRANKRIJK	12
5 DIEETSAMENSTELLING VAN STELTLOPERS AAN DE HAND VAN FAECES-ANALYSE	13
5.1 MONSTEREN VAN FAECES	13
5.2 HERKENNING VAN SPOREN	13
5.2.1 POOTBOUW EN STRUCTUUR VAN HET SPOOR VAN POTAFTDRUKKEN	14
5.2.2 SNAVELAFDRUK	14
5.3 HERKENNING VAN FAECES	15
5.4 UITZOEKEN VAN FAECES	15
5.5 DETERMINATIE EN BESCHRIJVING VAN HERKENBARE ONVERTEERBARE DELEN VAN PROOIEN	16
BIJLAGE I TELLINGEN VAN STELTLOPERS IN DE WESTERSCHELDE JANUARI-MEI 1992.	
BIJLAGE II EEN LITERATUURSTUDIE NAAR VOEDSELKEUZE VAN STELTLOPERS IN WESTEUROPESE KUSTGEBIEDEN EN METHODEN WAARMEE DEZE KAN WORDEN ONDERZOCHT.	
BIJLAGE III OVERZICHT VAN AANTAL TANDEN VAN NEREIS KAKEN.	
LITERATUUR	21

1 INLEIDING

In het kader van de hoofdfase milieukunde aan het Prof. H.C. van Hall Instituut in Groningen, worden alle studenten, die deze opleiding volgen, geacht een stage periode van ten minste acht maanden te doorlopen. Vaak wordt de stageperiode verdeeld over twee stage-adressen, waar drie, vier of vijf maanden stage wordt gelopen. Tijdens de eerste stage periode die ik volbracht, heb ik meegewerkt aan een vogelonderzoek in het kader van het project DUURZAAM*DRAAGKRACHT. Dit onderzoek wordt gedaan bij Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren (RWS-DGW) in Middelburg. Dit project behelst o.a. onderzoek naar een duurzaam beheer en gebruik van estuaria, waar de natuurfunctie een belangrijke rol speelt. Mijn functie was het doen van onderzoek in het kader van het project DUURZAAM*DRAAGKRACHT. Dit onderzoek hield in dat ik samen met mijn stagebegeleiders Peter Meininger (PLM), Hans Schekkerman (HS) en Paul Ruiters (PR) onderzoek heb gedaan naar steltlopers in de Westerschelde. In de praktijk kwam het er op neer, dat ik vooral samengewerkt heb met HS en later PR, die beiden gedetacheerd waren bij DGW. PLM was mijn 'officiële' begeleider, HS heeft per 1 maart 1992 een andere baan aangeboden gekregen en PR volgde hem op en sloot het onderzoek af.

Het onderzoek is tot stand gekomen naar aanleiding van een publicatie van Stuart *et al.* (1990), waarin aanbevolen wordt, om meer gedetailleerd voedsel-ecologisch werk te verrichten om zo een relatie te leggen tussen de bodemdieren en verspreiding het aantalsverloop van de vogels in de Westerschelde. De specifieke opdracht van het vogelonderzoek in het project DUURZAAM*DRAAGKRACHT luidde: Vooronderzoek; het rapporteren van de data over de verspreiding en seizoensdynamiek van steltlopers en bodemdieren (als voedsel) in de Westerschelde. Aan de hand van deze pilot-studie werd bekeken of het noodzakelijk (rendabel) zou zijn, een vervolgstudie te doen. Dit onderzoek werd uitbesteed aan het Centrum voor Estuariën en Marien Onderzoek (CEMO). Het CEMO is een onderdeel van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO).

In de praktijk kwam het erop neer, dat mijn stagebegeleiders en ik tellingen verrichtten van vogels in door ons uitgekozen stukken slik langs de Westerschelde. Deze slikken voldoen aan een aantal eisen: er moeten bij laag water voldoende steltlopers aanwezig zijn, de slikken moeten bij laag water droog vallen en ze moeten niet al te moeilijk bereikbaar zijn. De platen moeten droog vallen omdat er naast tellingen ook bodemmonsters en uitwerpselen van de vogels worden verzameld. Deze bodemmonsters en uitwerpselen werden onderzocht op de verschillende soorten macrozoöbenthos (bodemdieren).

Er werd dus onderzocht hoe de verspreiding is van bepaalde vogelsoorten in de loop van het seizoen en wat hun dieet is. In dit verslag wordt eerst een beschrijving gegeven van Rijkswaterstaat Dienst Getijdenwateren, daarna volgt een omschrijving van het project DUURZAAM*DRAAGKRACHT en een opsomming van nevenactiviteiten. Ten slotte volgt een hoofdstuk, waarin de faeces-analyse beschreven wordt.

2 RIJKSWATERSTAAT DIENST GETIJDewateren (RWS-DGW).

Hier volgt een korte beschrijving van de RWS-DGW en mijn functie hierbinnen tijdens mijn stage (jan-mei '92).

Rijkswaterstaat, een onderdeel van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is opgebouwd uit een aantal regionale directies en uit enkele specialistische diensten. Eén hiervan is de Dienst Getijdewateren (DGW). Bij deze dienst wordt onderzoek gedaan naar en advies uitgebracht over integraal water- en kustbeheer.

Het belangrijkste en meest bekende werk uit de geschiedenis van de Deltadienst is de bouw van de stormvloedkering in de Oosterschelde.

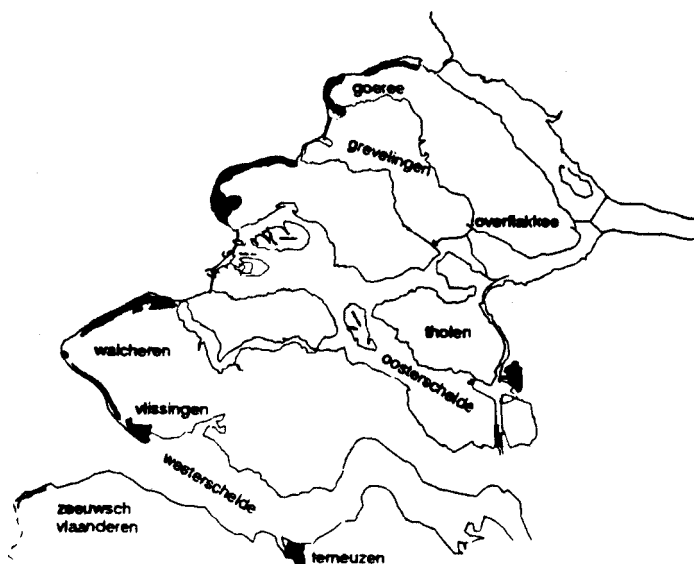
In 1953, na de watersnoodramp, werd de Deltadienst opgericht. Deze had als voornaamste taak het bouwen van de Deltawerken. Toen deze Deltawerken voltooid waren, kreeg een deel van de Deltadienst andere taken en een andere naam: Dienst Getijdewateren. De taken bestaan onder meer uit onderzoek doen en advies uitbrengen over zaken die te maken hebben met kustwateren in Nederland. Deze wateren zijn: de zuidelijke Noordzee, de Waddenzee, Eems en Dollard, Ooster- en Westerschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse Meer. In dit omvangrijke gebied verricht de Dienst Getijdewateren onderzoek op het gebied van waterloopkunde en milieukunde. DGW verzamelt en verwerkt gegevens over getijden, golven, stromen, bodemligging, waterkwaliteit, over de ontwikkeling van organismen en de bedreigingen hiervan. Aan de hand van deze onderzoeken kunnen beleid en beheer ondersteunt worden. De rapporten en nota's die bij DGW verschijnen, worden vooral gebruikt door andere diensten van Rijkswaterstaat en door andere overheden (waterschappen, provinciale diensten en recreatieschappen, maar ook door andere departementen).

DGW is onderverdeeld in vier afdelingen. Dit zijn AO (Algemeen Onderzoek), WS (Watersystemen), IO (Informatie en Ontwikkeling) & BX (Economie en bedrijfszaken). Ik liep stage bij AO, afdeling biologie, onderafdeling Delta. Het huidige vogelonderzoek in DUURZAAM*DRAAGKRACHT is in feite een pilot-studie, ter voorbereiding van een meerjarig onderzoek. Dit wordt uitgevoerd in opdracht van RWS-DGW door het Centrum voor Estuarien en Marien Onderzoek (CEMO), waarvan een medewerker gedetacheerd is bij RWS-DGW te Middelburg.

3 VOGELONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN DUURZAAM*DRAAGKRACHT.

3.1 Beschrijving van de Westerschelde.

De Westerschelde, vrijwel geheel omgeven door dijken, wordt gekenmerkt door diepe geulen en een groot aantal bij laag water droogvallende platen en slikken. De Westerschelde is het enige overgebleven echte estuarium in Zuidwest-Nederland (figuur 1). Een estuarium is een zeearm waarin zout water dat van de zeezijde het gebied binnenstroomt wordt vermengd met zoet water dat aan de landzijde, in dit geval door de Schelde, wordt aangevoerd. Door de vermenging ontstaat een gradiënt van zoet, via brak naar zout water. Het gebied is van groot belang voor watervogels, die het gebruiken als tankstation tijdens de trek (vooral steltlopers), als overwinteringsplaats (eenden, ganzen en steltlopers) en als broedgebied (o.a. plevieren, meeuwen en sterns).



Figuur 1. Delta

3.1.1 Steltlopers.

De Westerschelde is een gebied van internationaal belang voor wat betreft de steltlopers (Stuart *et al.* 1990), het dient als overwinteringsgebied voor soorten als: Scholekster (*Haematopus ostralegus*), Bonte Strandloper (*Calidris alpina*), Wulp (*Numenius arquata*), Rosse Grutto (*Limosa lapponica*) en Tureluur (*Tringa totanus*). Daarnaast dient het gebied in het voor- en najaar als 'tankstation' voor bijna alle soorten steltlopers, die min of meer gebonden zijn aan zout of brak water. Dit zijn o.m. Scholekster, Kluut (*Recuvirostra avosetta*), Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*), Zilverplevier (*Pluvialis squatarola*), Bonte Strandloper, Krombekstrandloper (*Calidris ferruginea*), Rosse Grutto, Zwarte Ruiter (*Tringa erythropus*), Tureluur, Groenpootruiter (*Tringa nebularia*) en Oeverloper (*Actitis hypoleucos*).

3.1.2 Bodemdieren.

Als er zoveel vogels (naast steltlopers ook eenden, ganzen, meeuwen en sterns) in een gebied

voorkomen (maximaal 189.000 in december 1991, R. Strucker pers. med.), is het, naast andere omstandigheden noodzakelijk dat er genoeg voedsel beschikbaar aanwezig is. Een zeer belangrijk bestanddeel van voedsel van steltlopers zijn bodemdieren (macrozoöbenthos). In de Westerschelde zijn grote hoeveelheden van deze benthos beschikbaar. Enkele belangrijke prooi-soorten van steltlopers zijn: Kokkel (*Cerastoderma edule*), Nonnetje (*Macoma bathica*), Wadslakje (*Hydrobia ulvae*), Zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*), Draadworm (*Heteromastus filiformis*) en Slijkgarnaal (*Corophium volutator/arenarium*).

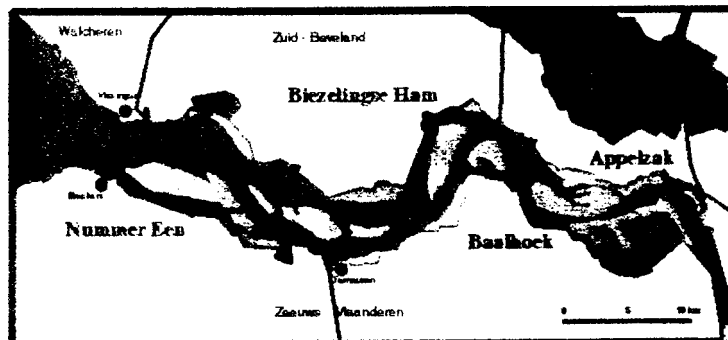
3.2 Onderzoek.

Zoals in de inleiding beschreven staat, wordt door middel van dit project onderzocht hoe de relatie van het aantal steltlopers en de dichtheid van de verschillende soorten bodemdieren in de loop van het seizoen is. Om tot conclusies te komen moeten verschillende factoren onderzocht worden. Enkele van deze factoren zijn: de dichtheid en biomassa van de bodemdieren (benthos), de dichtheid van de vogels op het slik en het dieet van de vogels.

3.2.1 Gebieden.

Bij een onderzoek dat vijf maanden duurde, in een gebied dat zo groot is als de Westerschelde, was het ondoenlijk het hele gebied te onderzoeken. Daarom werd gekozen voor vier gebieden in de Westerschelde die samen min of meer representatief waren voor het hele gebied, dus van west naar oost over de zout-zoet gradiënt zijn gekozen. De vier gebieden moesten aan een aantal voorwaarden voldoen. Ze moesten namelijk droogvallen bij laag water, ze moesten goed bereikbaar zijn, ook met het openbaar vervoer en de fiets (aangezien geen van ons beiden een rijbewijs had), ze moesten overzichtelijk zijn in verband met de tellingen die geschieden vanaf de dijk en er moesten natuurlijk vogels aanwezig zijn tijdens laag water.

De gebieden die gekozen werden als tel- en monstergebied waren: Breskens-Hoofdplaat, Biezelingse Ham, Baalhoek en Appelzak (Figuur 2)



Figuur 2. Onderzoeksgebieden in de Westerschelde.

Breskens-Hoofdplaat (ook wel Nummer Eén genoemd, omdat bij dit plaatsje langs het traject Breskens-Hoofdplaat het monsterpunt ligt). Hierdoor kon er onderscheid gemaakt worden wat betreft het voorkomen en de verspreiding van vogels en benthos langs deze zout-zoet gradiënt. (zie ook § 3.1)

3.2.2 Vogelsoorten.

Bij de keuze van de zogenaamde indicatorsoorten voor de Westerschelde (het is niet zinvol iedere vogelsoort te onderzoeken, aangezien sommige soorten, die wel in het gebied leven, totaal niet afhankelijk zijn van het slik en de daarin levende bodemfauna), heeft de dichtheid, het dieet en de verspreiding van de verschillende vogelsoorten in de door ons gekozen onderzoeksgebieden (zie § 3.2.1) een zeer belangrijke rol gespeeld. We hebben gekozen voor de soorten: Scholekster, Bontbekplevier, Zilverplevier, Drieteenstrandloper (*Calidris alba*), Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Zwarte Ruiter, Tureluur, Groenpootruiter, Steenloper (*Arenaria interpres*) en Bergeend (*Tadorna tadorna*). Al deze soorten behalve Bergeend zijn zogenaamde steltlopers.

De Bergeend is als onderzoeksoort gekozen, omdat het habitat van deze soort veel overeenkomsten vertoont met dat van de steltlopers en er redelijke aantallen van deze soort op de slikken langs de Westerschelde aanwezig zijn bij laag water.

3.2.3 Tellingen.

De tellingen die verricht zijn voor het onderzoek, werden gedaan bij laag water, de periode waarin de vogels hun voedsel zoeken op de slikplaten, omdat dan de bodemdieren beschikbaar zijn.

Ieder gebied is in de periode van 1 januari - 31 mei 1992 zeven maal geteld. Er is voornamelijk gelet op de soorten die beschreven staan in paragraaf 3.2.2. Als de tijd het toeliet (er moest immers geteld worden bij laag water), werden ook andere soorten die zich in de telgebieden bevonden, geteld. Deze soorten zijn voornamelijk meeuwen en eenden. De data van deze extra tellingen kunnen gebruikt worden bij andere vogelprojecten, zoals de biologische monitoring van de zoute wateren. (zie bijlage I)

Uit de tabellen in bijlage 1 blijkt, dat sommige soorten aanzienlijk toenamen, andere namen juist af. Dit is een gevolg van de voorjaartrek, waarin de soorten die hier overwinteren (Bonte Strandloper, Drieteenstrandloper) teruggaan naar hun broedgebieden in het hoge noorden. Dit geldt ook voor de andere soorten, maar deze overwinteren zuidelijker dan het Deltagebied en worden hier dus gedurende een korte periode in hoge aantallen waargenomen. Van de soorten die in de loop van het seizoen min of meer constant blijven (Tureluur, Scholekster, Steenloper, Wulp) is de populatie 's winters een andere dan 's zomers, omdat de overwintelaars noordelijker broeden dan het Deltagebied en de overzomeraars zuidelijker overwinteren.

3.2.4 Monsternamen en faeces-analyse.

Om een indruk te krijgen van het voor de steltlopers beschikbare voedsel, zijn bodemonsters genomen in de onderzochte gebieden en is een literatuurstudie gedaan naar de dieet samenstelling van steltlopers in estuaria elders in Europa, waarin de omstandigheden (morfologie, ligging, vogelsoorten, benthossoorten) vergelijkbaar zijn met die van het Deltagebied. Daarnaast is een onderzoek gedaan naar de methoden waarmee de dieetsamenstelling kan worden onderzocht. Voor de monstermethode en dieetsamenstelling wordt verwezen naar Schekkerman *et al.* (1992). (bijlage II)

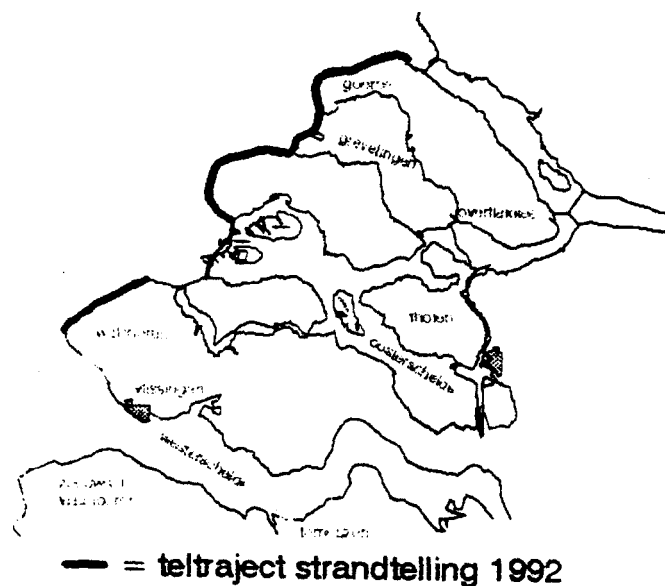
Nadat enkele bodemonsters onderzocht zijn, zijn ook faeces verzameld en geanalyseerd om te bekijken wat de samenstelling van het voedsel van de vogels is en of deze overeenkomt met die van vogels in andere estuaria die beschreven staan in de literatuur. De methode en de uitkomsten van de faeces-analyse worden uitgebreid behandeld in Hoofdstuk 5.

4 NEVENACTIVITEITEN.

Doordat het onderzoek aanvankelijk langzaam op gang kwam (een groot deel van de aangevraagde literatuur was nog niet beschikbaar en er waren nog te weinig bodemonsters om uit te werken), had ik de eerste maanden soms tijd over. De eerste weken heb ik veel gelezen over de provincie Zeeland, de Westerschelde en bodemdieren. Daarnaast heb ik mij te goed gedaan aan de kasten met artikelen over vogels die zich bevinden bij DGW in Middelburg. Mijn stagebieder (P.L.Meiningen) stelde mij in staat, me te verdiepen in het vogelonderzoek, zoals dat gedaan wordt bij DGW. Hiertoe heb ik meegeholpen met tellingen in het kader van het biomonitoring programma van DGW in het Deltagebied (zie § 4.1), heb ik winterslachtoffers opgemeten (zie § 4.2) en ben ik zelfs meegeweest naar west Frankrijk (zie § 4.3).

4.1 Tellingen

De eerste telling, die ik meemaakte, was de midwintertelling 1992. Het teltraject is aangegeven op figuur 3.



Figuur 3. Teltraject strandtelling 1992.

Dit was de eerste keer dat ik met zo'n uitgebreide telling meedeed. Alle meeuwen en ganzen werden geteld en hoewel dit grote aantallen waren, moest dit toch nauwkeurig gebeuren. Andere tellingen, die ik gedaan heb, zijn de maandelijkse tellingen op de hoogwatervluchtplaats (HVP) de Hooge Platen. Deze platen liggen in de Westerschelde en zijn alleen met een boot bereikbaar. Afhankelijk van het weer en het waterpeil was het mogelijk te landen op de platen. Als het weer en waterpeil ongunstig waren, kon de boot niet landen en moest er geteld worden vanaf de boot. Dit telde minder prettig, omdat de boot schommelde en trilde als gevolg van de golfslag en de motor.

Deze telling heb ik drie maal uitgevoerd, namelijk in januari, februari en maart 1992. Ook heb ik meegeteld met de maandelijkse tellingen Oosterschelde-oost op het traject Wemeldinge-Oosterdam (figuur 4).



— = telgebied Oosterschelde-oost

Figuur 4. Telgebied Oosterschelde-oost

Bij deze telling werd gebruik gemaakt van een auto omdat het traject erg lang is, ver van Middelburg verwijderd is en daardoor onmogelijk op de fiets te tellen. Deze tellingen geschieden allemaal bij hoog water omdat de vogels dan de HVP's opzoeken en daar geconcentreerd staan, zodat ze gemakkelijker te tellen waren. Er werden alleen steltlopers, waterwild en roofvogels geteld.

Naast deze tellingen die allemaal te maken hadden met het biomonitoring project van DGW, ben ik enkele malen naar de trektelpost Breskens geweest om hier de voorjaarsstrek in kaart te helpen brengen. Deze tellingen horen niet tot de activiteiten van DGW, maar ze leveren wel een aardig beeld op van de steltlopers, die de Westerschelde invliegen. Bij deze post, die ongeveer twee kilometer ten westen van de veerhaven van Breskens ligt, doet zich een grote stuwing voor van vogels die zich op de voorjaarsstrek naar het noorden begeven om daar te broeden. Deze stuwing wordt veroorzaakt door het feit dat de vogels, als ze uit zuidelijke richting de Franse en Belgische kust naderen, van hun route afwijken en langs de kust verder vliegen (de meeste vogels hebben er een hekel aan over zee te vliegen). Naast enorme aantallen van de gewone soorten (piepers, kwikstaarten, zwaluwen e.d.), vliegen er dan ook soorten langs die je niet iedere dag ziet of die een speciaal habitat hebben (steltlopers, eenden, ganzen e.d.). Bij de trektelpost zijn al deze soorten vanaf de dijk te zien. Naast de 'gewone' doortrekkers is het op Breskens ook mogelijk (met een gunstige wind en een beetje geluk) een zeldzaamheid (Grauwe gors, Europese Kanarie) of dwaalgast (Kortteenleeuwerik, Bijeneter) te zien. Dit is natuurlijk een enorme stimulans voor een heleboel vogelaars flink wat uren op Breskens te tellen.

4.2 Meten en sexen van winterslachtoffers.

Ik heb mij enige weken beziggehouden met het leegruimen van de vriezer met dode vogels. Dit hield in dat ik van de daarin aanwezige slachtoffers (voornamelijk steltlopers) van de strenge vorstperiode van februari 1991, de maten van vleugel, poot, kop en snavel nam en de sexe bepaalde. Meer informatie over dit onderwerp is te vinden in Prater *et al.* 1977 en in Meininger & Martijn (1986). Deze gegevens zijn verwerkt in een systeem, dat in het archief bij DGW te Middelburg is opgeslagen (beheer P.L. Meininger). De data van deze metingen worden verwerkt in een database om meer inzicht te krijgen in geografische herkomst, leeftijden en geslachten van vogels in het Deltagebied.

4.3 Frankrijk.

In het kader van een E.G. project, werd mij gevraagd mee te gaan naar Bourchefranc-le-Chapus, een dorpje in west Frankrijk, vlakbij Ille d'Oleron. In dit intergetijdegebied doen Franse en Nederlandse onderzoekers onderzoek naar de filterende werking van mosselen (*Mytilus edulis*). Ik ben meegegaan om te helpen de installatie, die gebruikt wordt voor de metingen, op te bouwen op het slik. In de tijd die nog over was na het bouwen aan de tunnel, heb ik groepen Kokmeeuwen (*Larus ridibundus*) afgezocht om te kijken of er zich Zwartkopmeeuwen (*Larus melanocephalus*) in deze groepen bevinden. De Zwartkopmeeuw is een zeer schaarse broedvogel in Nederland. De grootste kolonies bevonden zich enige jaren geleden tussen Bergen op Zoom en Roosendaal. De verspreiding en grootte van de kolonies wisseld van seizoen tot seizoen. In deze kolonies zijn door diverse medewerkers van DGW Middelburg Zwartkopmeeuwen van kleurringen voorzien. Ik zou deze gekleurde individuen in west Frankrijk (waar regelmatig Zwartkopmeeuwen overwinteren) opsporen en de kleurringen aflezen. Op iedere kleurring staat namelijk een getal en een letter. Aan de hand van de combinatie van het getal, de letter en de kleur van de ring, is af te leiden, waar de vogel geringd is (Meininger & Bekhuis, 1990; Meininger *et al.*, 1991; Meininger 1991). Dit levert informatie over de doortrek- en overwinteringsgebieden van de in Nederland broedende Zwartkopmeeuwen. Helaas heb ik niet één Zwartkopmeeuw kunnen vinden tussen de Kokmeeuwen in de buurt van Bourchefranc-le-Chapus.

5 DIEETSAMENSTELLING VAN STELTLOPERS AAN DE HAND VAN FAECES-ANALYSE

Om tot een samenstelling van het dieet van de verschillende steltlopersoorten en Bergeend te komen, zijn verschillende methoden ontwikkeld (Schekkerman *et al.* 1992). De methode die door ons gebruikt is, is de faeces-analyse. Met deze methode wordt in de eerste plaats kwalitatief onderzocht wat het dieet is van de verschillende steltlopersoorten en de Bergeend.

5.1 MONSTEREN VAN FAECES

Faeces van steltlopers kon men het beste verzamelen op drooggevalen slikplaten. Bij een optimale situatie, foerageerden de verschillende soorten in gescheiden groepen, waardoor de herkomst van het faeces gemakkelijk te bepalen was. Aangezien dit meestal niet het geval was, moet men de herkomst van de over het slik verspreide faeces bepalen aan de hand van de pootsporen, die de vogels achterlieten. Over de herkenning van deze sporen wordt meer aandacht besteed in de volgende paragraaf.

Het faeces werd, nadat deze gedetermineerd was, opgeschept met bijvoorbeeld een theelepeltje of schelp en in een monsterpotje gedaan. Het is belangrijk te zorgen dat het faeces in zijn geheel van het slik verwijderd wordt, zonder delen achter te laten. Ook is het aan te raden, niet te veel/geen sediment mee te scheppen, omdat dit later heel moeilijk van het faeces te scheiden is en omdat er zich organismen of delen hiervan in kunnen bevinden, die niet in de uitwerpselen zitten en dus bij de analyse hiervan niet meegeteld dienen te worden.

5.2 HERKENNING VAN SPOREN VAN STELTLOPERS

De steltlopersoorten die door ons onderzocht zijn, waren redelijk van elkaar te onderscheiden, wat betreft de pootafdrukken in het slik. De grootste determinatieproblemen leverden de ruiters, omdat deze qua pootbouw en wijze van voortbewegen, veel overeenkomst vertonen. Het observeren van de vogels in de periode voordat er faeces gemonsterd werd, kon uitkomst bieden, aangezien men dan kon waarnemen welke soort aanwezig was en dus sporen (en hopelijk ook faeces) achtergelaten heeft.

Een ander probleem deed zich voor, wanneer een groep vogels van verschillende soorten door elkaar heen foerageerden en hun sporen kruisten. In deze situatie was er eerder sprake van verwarring bij de herkomst van de faeces en zou de determinatie mede afhangen van het uiterlijk van de uitwerpselen (zie § 5.3).

5.2.1 POOTBOUW, STRUCTUUR VAN HET SPOOR VAN POTAFTDRUK.

Steltloperpoten hebben een kenmerkende bouw (figuur 4). ze vertonen allemaal 3 lange voortenen, waarvan de lengte, breedte en onderling hoek per soort van elkaar verschillen. De vierde teen (achterteen) is bij een aantal soorten sterk gereduceerd.

De vorm van een pootafdruk is min of meer constant. De tenen kunnen wel onafhankelijk van elkaar bewegen als vingers van een mens en dus zijn niet alle afdrukken identiek. Hierdoor is het soms (vaak) zeer moeilijk de soort te bepalen aan de hand van één enkele pootafdruk. Het is aan te bevelen een aantal pootafdrukken van een spoor te bekijken, alvorens tot een determinatie te komen.

Niet alleen de vorm van de pootafdruk, maar ook de stand van de poten t.o.v. elkaar als mede de onderlinge afstand tussen de pootafdrukken kan bepalend zijn bij de determinatie van de sporen. Dit is afhankelijk van de manier waarop de vogel de poot neerzet en de lengte van de poten. Een Bonte Strandloper spoor zal er heel anders uitzien dan het spoor van een Rosse Grutto, omdat de Rosse Grutto naast langere tenen ook langere poten (tarsus + tibia) heeft.

Eend-achtigen hebben een spoor van poot-afdrukken, dat totaal verschillend is van het spoor van een steltloper. Dit komt doordat eenden vliezen tussen de tenen hebben die van nut zijn bij het zwemmen en doordat ze hun poten naar binnen plaatsen, waardoor de afdrukken een hoek maken t.o.v. de lijn waarin ze lopen. Mogelijk volgt dit gedrag uit het feit dat eendachtigen poten hebben, die zeer ver naar achteren geplaatst zijn. Om dit te corrigeren, brengen ze het zwaartepunt naar voren door hun poten op deze wijze neer te zetten. Een gevolg hiervan is het zgn. waggelen van eend-achtigen (persoonlijke observatie).

Nog een aspect is de snelheid waarmee de vogel zich voortbeweegt, op het moment dat de sporen achtergelaten worden. Bij een vogel die rent, staan de pootafdrukken verder uit elkaar dan bij een vogel die langzamer loopt. (persoonlijke observatie)

Bergeenden hebben net als alle eenden, ganzen en zwanen voortenen die een soort halve maan vormen, omdat de 2 buitenste gekromd zijn. Eendachtigen hebben een achterteen die zo klein is dat deze niet bij de pootafdruk zichtbaar is.

5.2.2 SNAVELAFDRUK.

Tijdens het foerageren boorden de verschillende steltlopersoorten (Tureluur, Rosse Grutto, Bonte Strandloper, Zwarte Ruit, Scholekster, Groenpootruiter, Wulp) regelmatig de snavel in de grond om benthos te zoeken, die zich niet aan de oppervlakte bevond. Hierbij lieten ze snavelafdrukken achter in het sediment. Deze afdrukken konden bijdragen aan de determinatie, omdat ook deze afdrukken voor sommige soorten (Rosse Grutto, Scholekster, Wulp) karakteristiek zijn. De afdrukken zagen er uit als een putje in de grond en afhankelijk van de vorm en grootte hiervan kon de soort bepaald worden. De putjes van Rosse Grutto waren klein en rond, die van Scholekster lijken qua vorm wel op die van Rosse Grutto, maar de diameter was veel groter omdat Scholeksters een bredere snavel hebben. De snavelafdruk van een Wulp verschilde in vorm, doordat deze een kromme snavel heeft. Hierdoor liet hij aan één kant een bergje slib achter en zag het putje er uit als een ovaal. Ook de Bergeend liet snavelsporen achter bij het voedselzoeken. Deze soort foerageerde op een andere wijze, waardoor een karakteristiek spoor achtergelaten werd. Doorgaans was de vorm en grootte van de pootafdruk al voldoende om tot een determinatie te komen.

5.3 HERKENNING VAN FAECES.

Hoewel men altijd eerst naar de pootafdrukken dient te kijken, is het eveneens mogelijk de herkomst van de faeces te bepalen aan de hand van de vorm, kleur en grootte van de faeces. In de ter ons beschikking staande literatuur was niets vermeld over herkenning van faeces en onderstaande gegevens zijn gebaseerd op eigen ervaringen.

overzicht van vorm, kleur en grootte van faeces van de enkele vogelsoorten.

- Scholekster: harde of zachte drol wit met groene of rode vlekjes, blubberig eromheen, groot (ϕ van het blubberige deel 3-6 cm).
- Wulp: gelijkend op Scholekster maar nog groter (ϕ van het blubberige deel 5-8 cm), met veel schelpfragmenten erin.
- Bonte Strandloper: klein, wit schijfje (ϕ 1-1,5 cm), met donker kwakje (kwakje vaak bedropen met wit).
- Rosse Grutto: lang, dun (lengte 3-4 cm), stevig, geen slijm, vaak geknikt (afgebroken).
- Steenloper: klein, dun, stevig, weinige slijm wit gekleurd, drol kenmerkend roodbruin gekleurd (afhankelijk van dieet ?)
- Bergeend: groot, dik, echte 'eendedrol' (ϕ drol 7-10 mm), groen en wit gekleurd.

5.4 UITZOEKEN VAN FAECES.

In verband met de houdbaarheid werden de monsters diepgevroren bewaard. Daarna werden de monsters uit het monsterpotje gespoeld op een petrischaaltje en verdund met alcohol >50 %. Het laagje poep in het petrischaaltje moest juist zo dik zijn dat er geen vaste delen in kunnen wegzakken, deze moesten dus als ze op de bodem rusten van bovenaf nog zichtbaar zijn. Dit bevorderde de snelheid van het uitzoeken. Het uitzoeken geschiedde onder een binoculair met een vergroting van ongeveer 25 maal. Een zoom-oculair verdient aanbeveling.

In het substraat werd gezocht naar herkenbare delen van prooien. Deze herkenbare delen werden later gescheiden van het sediment bewaard om als referentie-collectie kunnen dienen. Mogelijk bevonden zich in het sediment onder de faeces al onverteerbare delen. Daarom is het aan te bevelen ook een monster te nemen van het sediment zonder faeces, om te onderzoeken of hierin daadwerkelijk onverteerbare delen van benthos aanwezig zijn.

Om te leren zoeken naar onverteerbare delen, kan men het beste eerst een aantal belangrijke benthossoorten uit een referentie-collectie bekijken, deze uit elkaar halen en de delen afzonderlijk bekijken.

5.5 DETERMINATIE EN BESCHRIJVING VAN HERKENBARE ONVERTEERBARE DELEN VAN PROOIEN.

Als men de faeces door een binoculair bekeek, was een brei te zien van sediment, waarin (in variërende hoeveelheden) de onverteerbare delen lagen. Sommige van deze delen vielen op door de vorm, andere vielen op door een kleur die was anders dan die van het sediment. Een overzicht van de verschillende herkenbare onverteerbare delen en de kenmerken hiervan is te vinden in tabel 1. In tabel 3 staan de dichtheden van de verschillende onverteerbare delen per vogelsoort vermeld. Natuurlijk is de samenstelling en dichtheid van de verschillende onderdelen afhankelijk van het dieet van de vogels en de samenstelling van de braakballen die zij produceren. Sommige soorten produceren braakballen, waarin zich bijna alle onverteerbare delen bevinden, zodat aan de hand van de faeces niet (goed) te bepalen is, wat het dieet was (o.a. Ruiter-achtigen).

TABEL 1. Overzicht van herkenbare, onverteerbare onderdelen van faeces van steltlopers.

Polychaetae

Nereis spec.



Kenmerken van de kaken: kleur: oranje-achtig, aan de punt zeer donker, doorschijnend, getand. grootte: 1-1.5 mm.



Kenmerken van de aciculae: kleur: zwart met lichte basis (ongeveer 1/5 deel licht gekleurd), gelijkend op de stekels van een Stekelvarken. grootte: 0.8-1.1 mm.

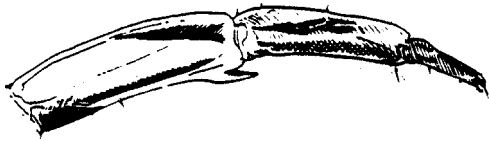
Heteromastus filiformis



Kenmerken van de faeces: kleur: lichtgrijs-beige, soms met kleine donkere vlekjes die onregelmatig van vorm en verspreiding zijn, ovaal, grotendeels bestaand uit zeer kleine zandkorrels. grootte 0.8-1.1 mm

Crustaceae

Corophium spec.



Kenmerken van de tweede antenne: kleur: doorzichtig met grijze lengtestrepen in de segmenten (ook goed zichtbaar bij levende dieren), duidelijk bestaand uit meerdere segmenten (maximaal 5), meestal drie, grootste segment met stekel aan de onderkant, soms nog haren op segmenten. grootte: zeer variabel (afhankelijk van leeftijd en geslacht) 0.25-8 mm.

Cyathura spec.



Kenmerken van de eerste pereopode: kleur: doorschijnend wit met donkere punt aan de haak, kenmerkende vorm (neushoornkop), soms nog enkele haren aanwezig (indien niet verteerd), uitvouwbaar en daardoor variabele grootte. grootte: 1.5-2 mm.

Decapoda

Carcinus maenas



Kenmerken van schaar: kleur: variabel, vaak licht met donkere punt, massief, gelijkend op kies, onregelmatig getand, met opening voor aanhechting van pezen. grootte: 2.5-3.0 mm.

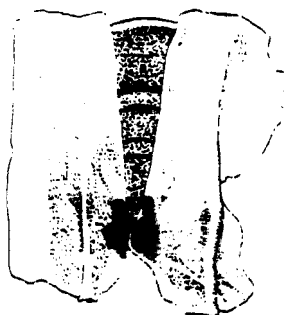
Bivalvia

Hydrobia ulvae



Kenmerken van (fragmenten van) huisjes: kleur: licht (wit) met kenmerkende grijze schaduwen, vaak geheel in takt, met gat erin of laatste winding in takt. grootte: 1-2 mm.

Macoma balthica



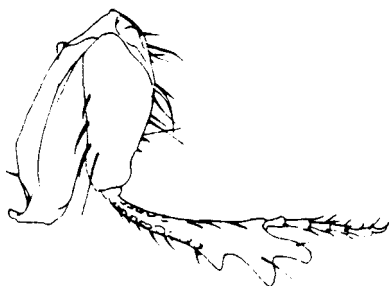
Kenmerken van slotje: kleur: schaalhelften wit met donkerbruin sluitweefsel, vorm kenmerkend, rechthoekig, duidelijk bestaand uit drie afzonderlijke delen, schaalhelften spiegelbeeldig met enkele groeven, sluitweefsel bolvormig. grootte: ongeveer 1 mm in breedte en 3 mm in lengte.

Echinocardium spec.



Kenmerken van stekels: kleur: glanzend wit, langwerpig gevormd met lengtegroeven, hol, vaak enigszins gekromd, meestal afgebroken. grootte: variabel 2-4 mm.

Insekta

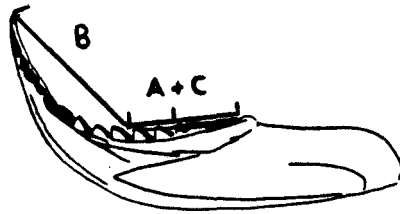


Kenmerken van onderdelen van exoskelet: kleur: meestal zeer donker (bruin/zwart), vorm afhankelijk van onderdeel, maar meestal opgebouwd uit segmenten, poten naar de top toe korter en dunner (zie afbeelding), chitinepantser rond of vierkant en plat, vaak behaard, soms met reliëf. (niet afgebeeld) grootte: uiterst variabel, afhankelijk van de soort en het onderdeel, 1-5 mm.

N.B.: Van de stekels van *Echinocardium* is het onzeker dat deze in de faeces zijn gekomen doordat de vogel de Zeeëgel als prooi heeft opgegeten. Het is waarschijnlijker, dat de stekels in het slib aanwezig waren, toen de vogel een andere prooi oppakte of dat de stekels met een weinig slib zijn meegenomen met het lepeltje toen de faeces gemonsterd werd. Ditzelfde geldt voor de faeces van *Heteromastus*, die in de faeces van steltlopers teruggevonden wordt.

Voor insecten geldt, dat zij lang niet door alle soorten steltlopers gegeten worden en zijn daardoor slechts in enkele faeces terug te vinden.

Het leek zinvol uit te zoeken of de verschillende soorten *Nereis* te herkennen waren aan de vorm, hoeveelheid en grootte van de tanden. Hiertoe is van een groot aantal kaken bekeken hoeveel tanden deze hadden en hoe deze eruit zagen (de verschillende rijen tanden zijn in drie groepen opgedeeld (figuur 5)).



Figuur 5. Indeling van groepen tanden van kaken van *Nereis spec.*

Deze groepen zijn ingedeeld aan de hand van de vorm van de tanden. Groep B: de tanden vanaf de punt van de kaak totaan de eerste twee tanden waar een vliesje tussen zit. Groep A en C de tanden waar een vliesje tussen zit.

Later zijn deze tanden vergeleken met die van dieren uit de referentie-collectie. Een overzicht van dit mini-onderzoekje is vermeld in bijlage III.

In deze grafiek zijn de verschillende rijen tanden (figuur 5) tegen elkaar uitgezet. Voor de overzichtelijkheid zijn de rijen A en C samengevoegd. Uit de grafiek blijkt, dat de kaken die in de faeces aanwezig waren een andere formule hadden dan de onderzochte kaken van *Nereis succinea* en *Nereis virens*. Helaas zijn er veel te weinig kaken onderzocht van deze soorten om tot een daadwerkelijke conclusie te komen. Ook zijn er geen kaken onderzocht van *Nereis diversicolor*. Misschien is het zinvol dit onderzoekje uit te breiden tijdens het vervolg project om tot conclusies te komen die meer houvast bieden omtrend de soortherkenning van *Nereis spec.* aan de hand van de kaak formules.

Tabel 3. Overzicht van gevonden herkenbare, onverteerbare delen in de faeces van steltlopers.

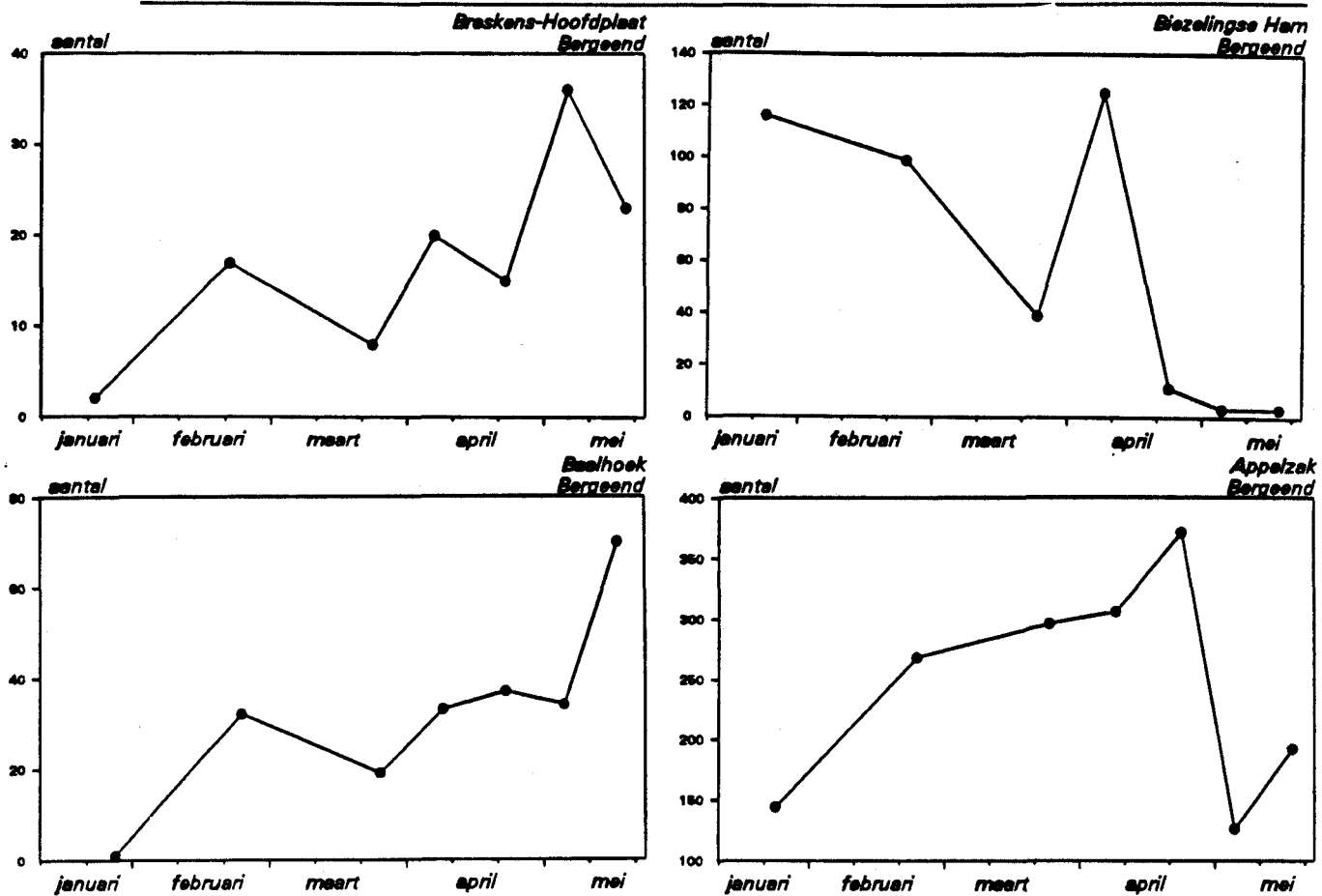
<u>vogelsoort</u>	<u>prooi</u> soort	<u>onderdeel</u>	<u>aantal per faeces</u>
Zilverplevier	<i>Nereis spec.</i>	kaken	4
		aciculae	> 30
	<i>Corophium</i>	antenne	2
	<i>Hydrobia</i>	huisjes	2
Bonte Strandloper	<i>(Heteromastus)</i>	faeces	> 25)
Rosse Grutto	<i>Heteromastus</i>	faeces	> 25
	<i>Nereis</i>	kaken	3-20
		aciculae	> 30
	<i>Corophium</i>	antenne	1-10
	<i>Cerastoderma</i>	slotje	> = 1
	<i>Macoma</i>	slotje	> = 1
	<i>Hydrobia</i>	huisjes	2
	<i>Echinocardium</i>	stekels	4
	<i>Foraminifera</i>	huisjes	1
	<i>Nereis</i>	kaken	1-10
		aciculae	5- > 25
	<i>Macoma</i>	slotje	1
	<i>Carcinus</i>	schaarhelften	> 2
Tureluur	<i>(Heteromastus)</i>	faeces	> 20)
Steenloper	<i>Corophium</i>	delen van exoskelet	> = 12
	<i>Macoma</i>	fragmenten	4
		slotje	> = 1
	<i>Bivalva</i>	schelpfragmenten	10
	<i>Hydrobia</i>	huisjes	4
	<i>Echinocardium</i>	stekels	2
	Insekta	delen van exoskelet	1

LITERATUUR

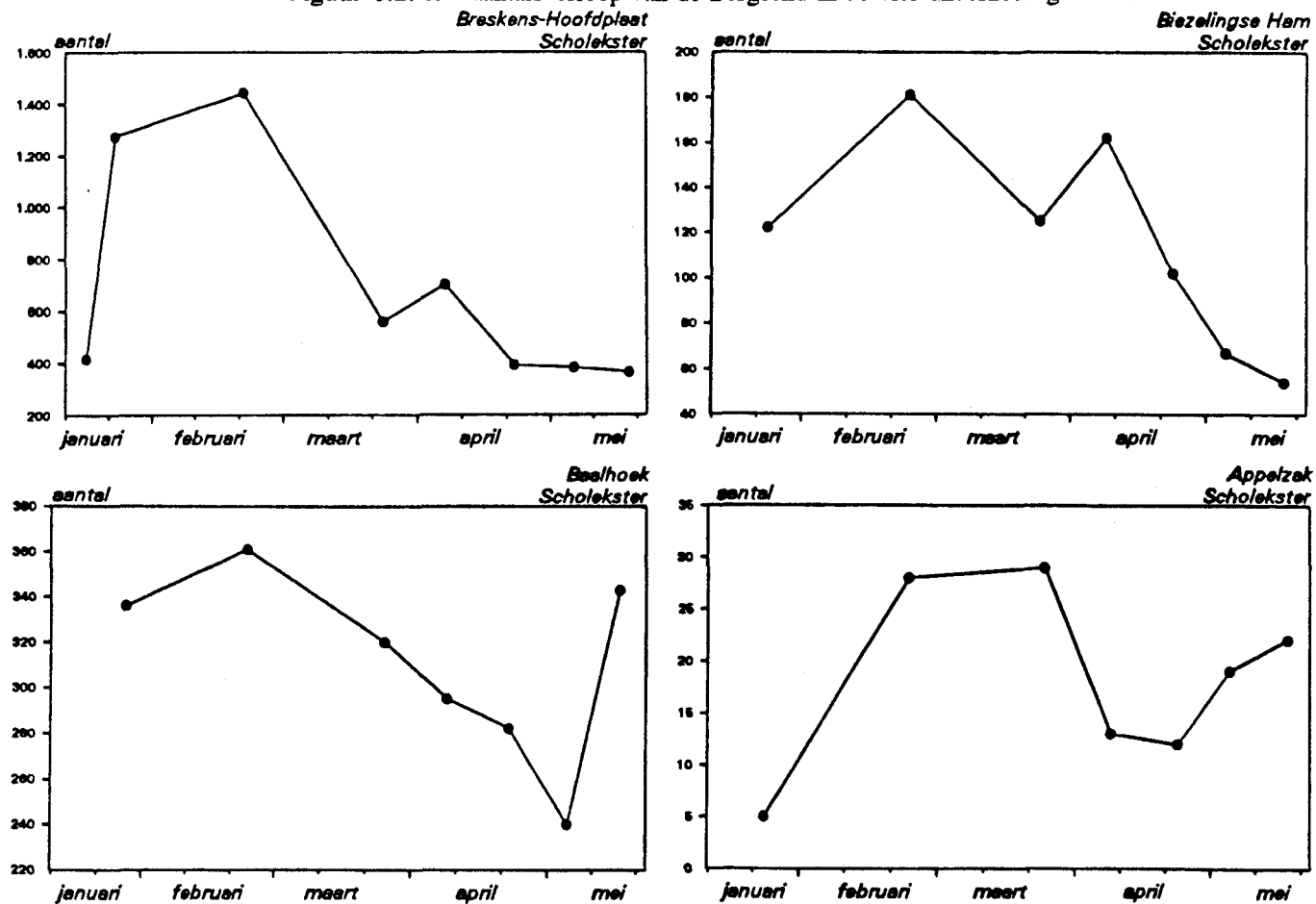
- Brown R., J. Feruson, M. Lawrence & D. Lees 1987. Tracks and signs. Helm.
- Meininger P.L. & J.H. Bekhuis 1990. De Zwartkopmeeuw (*Larus melanocephalus*) als broedvogel in Nederland en Europa. Limosa 63: 121-134.
- Meininger P.L. 1991. Eerste resultaten van het kleurringen van Zwartkopmeeuwen in Nederland. Limosa 64: 173.
- Meininger P.L., C.M. Berrevoets, H. Schekkerman, R.C.W. Strucker & P.A. Wolf 1991. Voedsel en fourageergebieden van broedende Zwartkopmeeuwen *Larus melanocephalus* in Zuidwest-Nederland. SULA 5(4): 138-145.
- Prater A.J., J.H. Marchant and J. Vuorinen 1977. Guide to the identification and ageing of Holarctic Waders. BTO Guide 17, Tring, England.
- Schekkerman H., B. van Gennip & P. Ruiters 1992. Een literatuuronderzoek naar voedselkeuze van steltlopers in westeuropese kustgebieden en methoden waarmee deze kan worden onderzocht. CEMO rapport .
- Stuart J.J., P.L. Meininger & P.M. Meire 1990. Watervogels van de Westerschelde (deel 1) RWS Nota GWAO 89.1010.

Bijlage I.

Tellingen van steltlopers in de Westerschelde januari-mei 1992



Figuur 6.2. Het aantalsverloop van de Bergende in de vier onderzoeksgebieden.



Figuur 6.3 Het aantalsverloop van de Scholekster

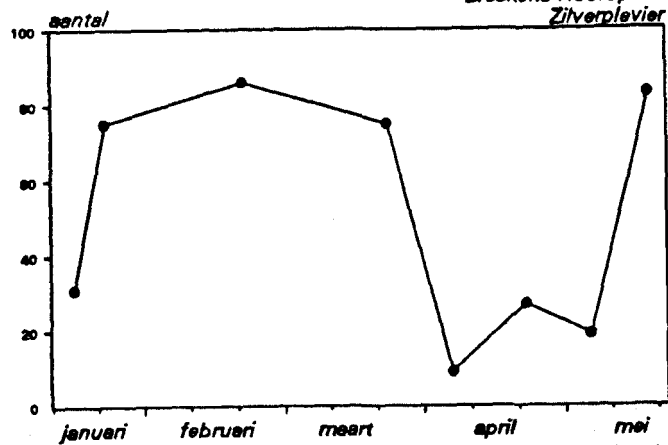
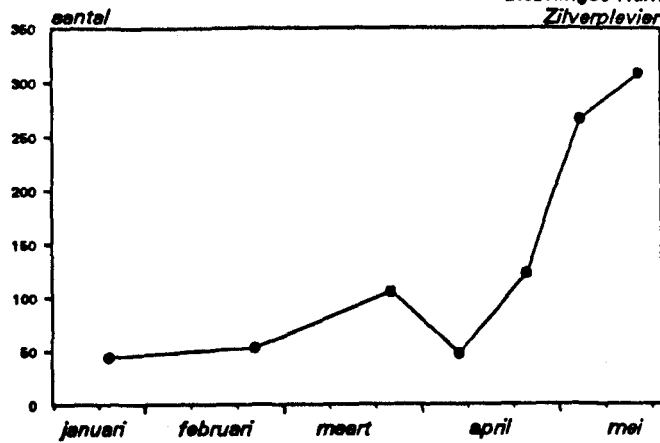
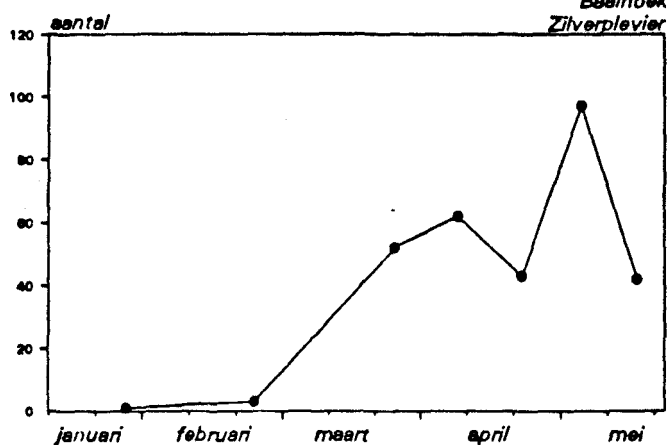
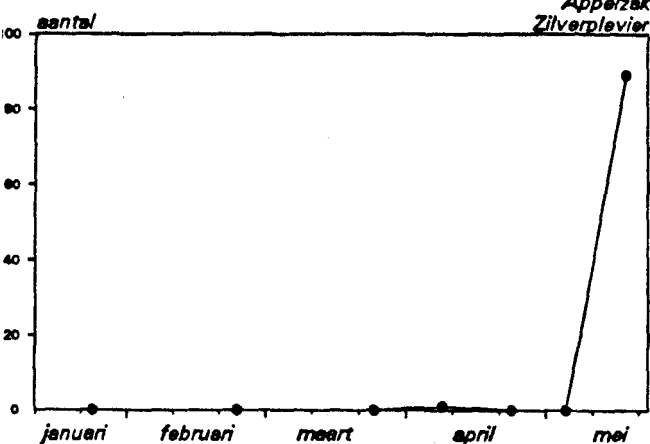
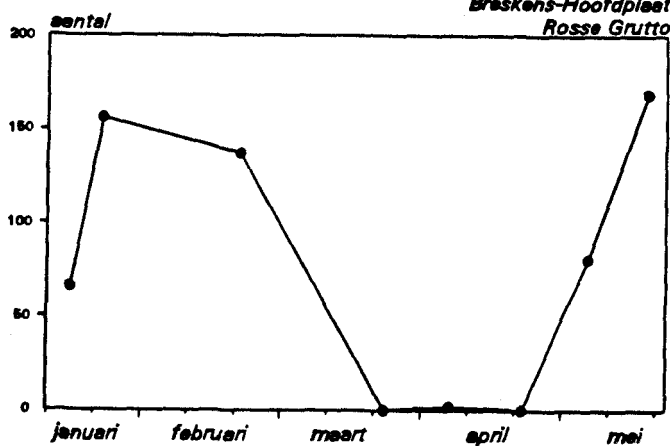
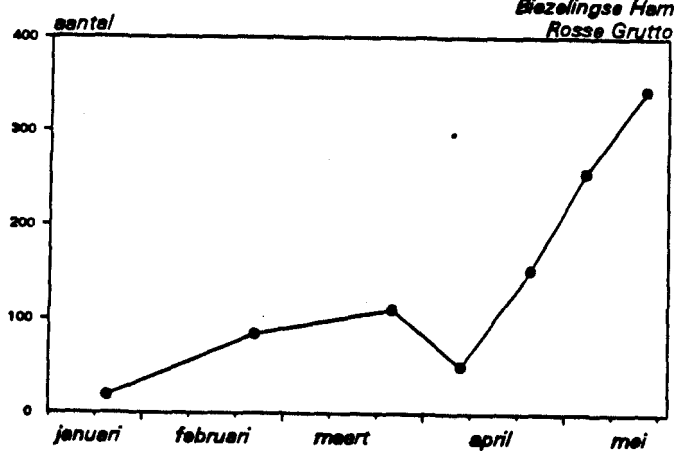
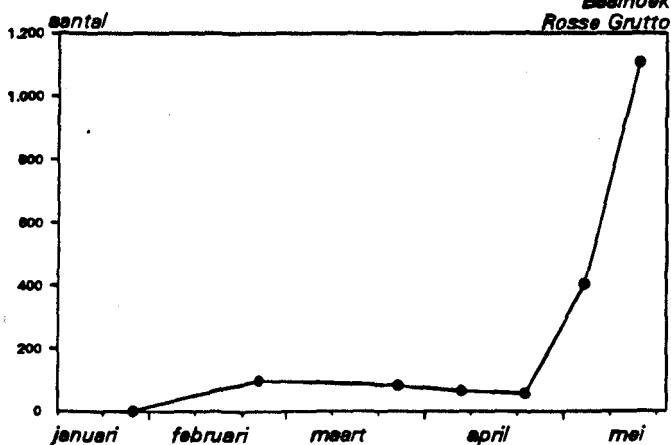
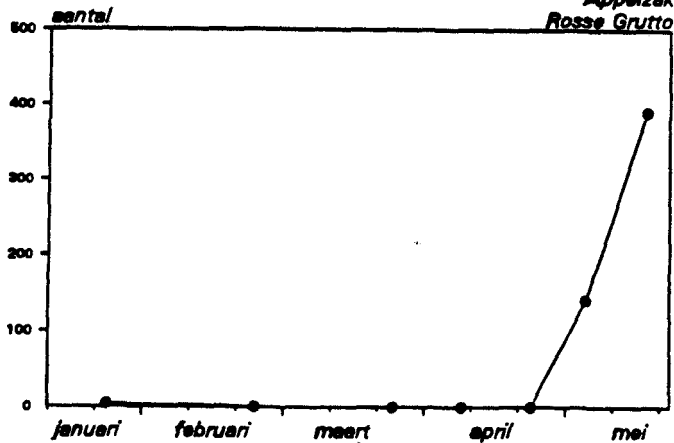
Braskens-Hoofdpleet
ZilverplevierBiezelingse Ham
ZilverplevierBealhoek
ZilverplevierAppelzak
ZilverplevierBraskens-Hoofdpleet
Rosse GruttoBiezelingse Ham
Rosse GruttoBealhoek
Rosse GruttoAppelzak
Rosse Grutto

Fig. 6.4

Fig. 6.5

veldwerk

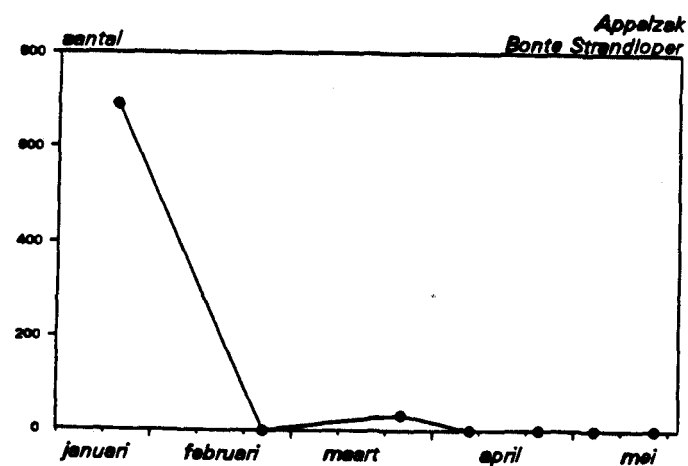
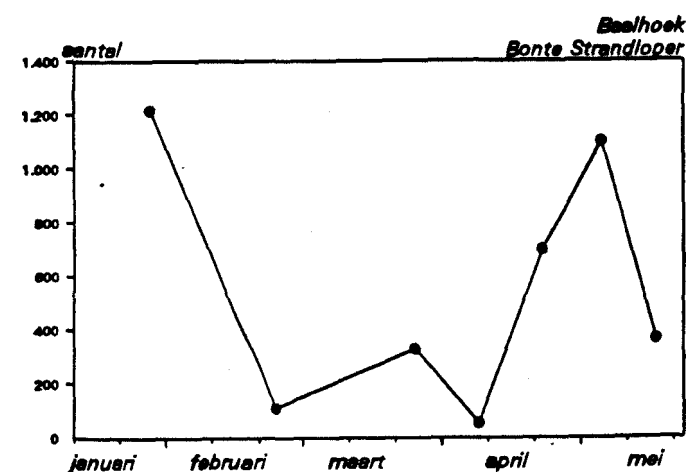
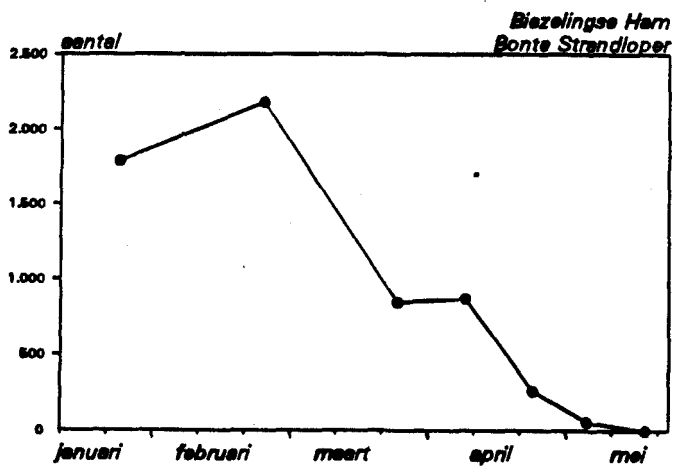
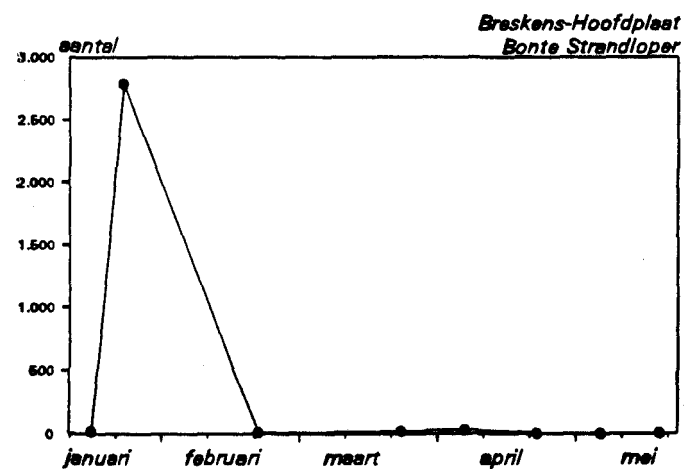
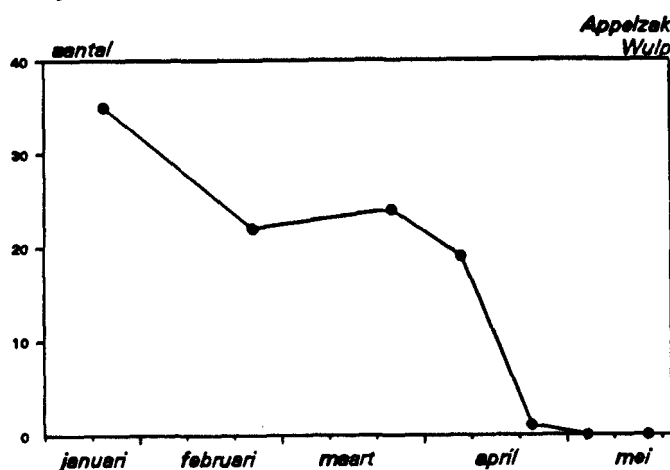
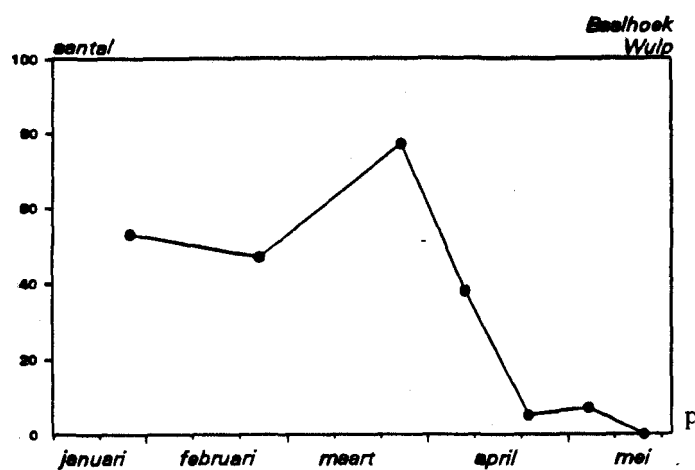
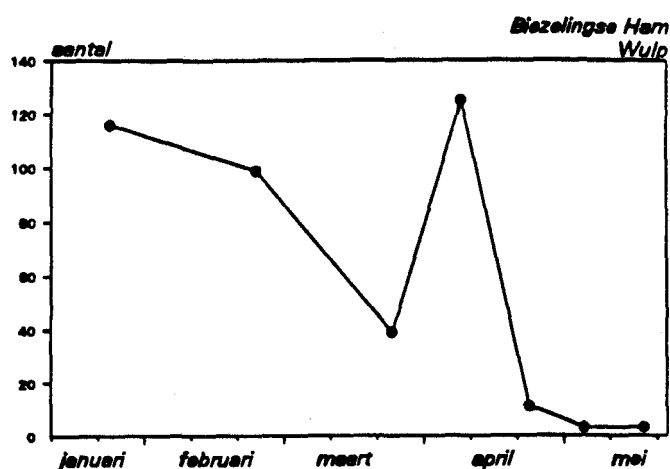
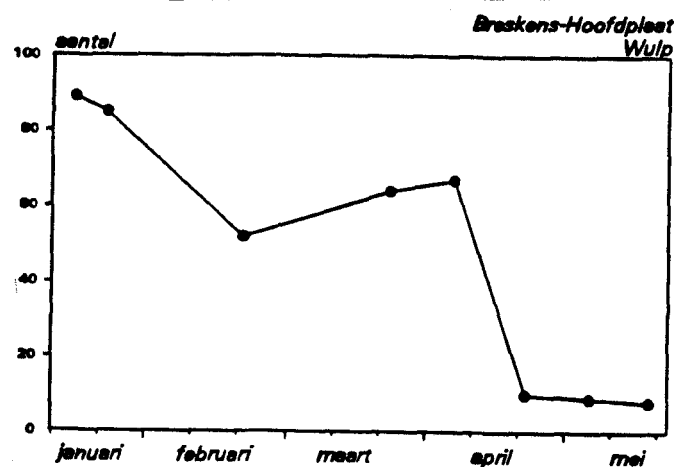
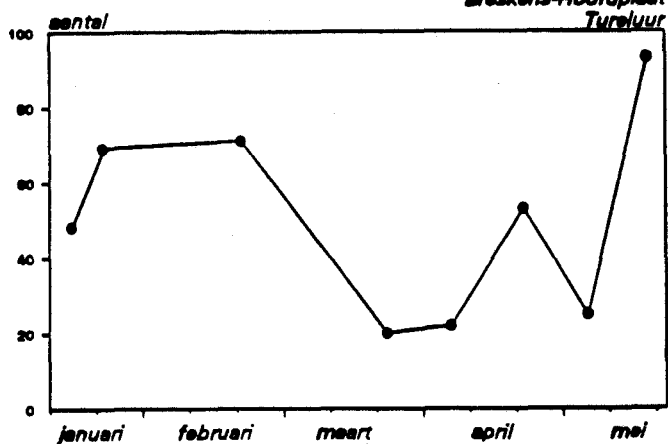


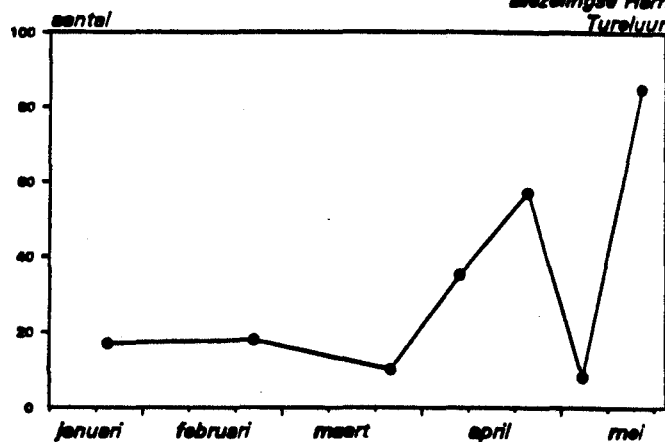
Fig 66

Fig 67

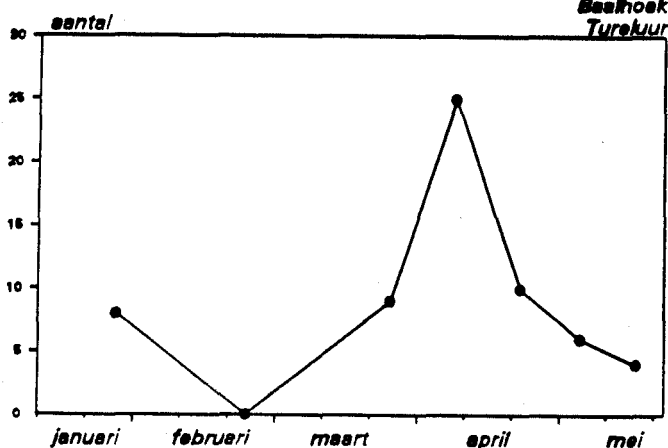
Brakens-Hoofdpleet
Tureluur



Biezelingse Hem
Tureluur



Basthoek
Tureluur



Appelzak
Tureluur

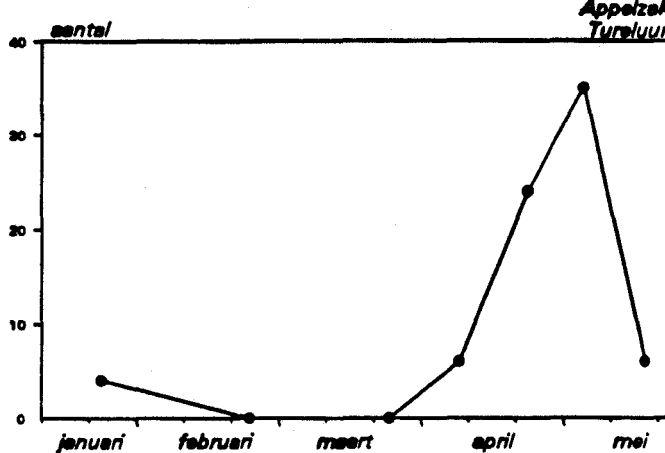


Fig
18

Bijlage II.

Een literatuuronderzoek naar de voedselkeuze van steltlopers in Westeuropese kustgebieden en methoden waarmee deze kan worden onderzocht.

**Een literatuuronderzoek naar voedselkeuze
van steltlopers in Westeuropese
kustgebieden en methoden waarmee deze
kan worden onderzocht**

(v 6330)

Hans Schekkerman
Bas van Gennip &
Paul Ruiters

Projekt Duurzaam*Draagkracht

Rapport NIOO-CEMO
i.s.m. RWS-DGW

Middelburg, mei 1992

CONCEPT

Inhoud

1 Inleiding	2
2 Methoden voor onderzoek aan voedselkeuze	3
2.1 Visuele waarnemingen aan prooikeuze	3
2.2 Analyse van slokdarm- en maaginhouden	3
2.3 Analyse van faeces en braakballen	4
2.4 Kwantitatieve analysemethodieken	7
3 Prooispectrum van steltlopersoorten in West Europa	8
3.1 Opzet van de literatuurstudie	8
3.2 Overzicht van prooikeuze van steltlopers in Europese kustgebieden	11
4 Verwijzingen	18

1 Inleiding

Steltlopers staan in het vogelonderzoek bij de DGW volop in de belangstelling, waarbij met name veel informatie is verzameld over aspecten zoals aantalsverloop, verspreiding, biometrie en conditie, en dan vooral in het Deltagebied. In de afgelopen jaren is echter relatief weinig aandacht besteed aan voedselkeuze en voedseloecologie van deze soorten. Dit kan worden geïllustreerd met het gegeven dat van vrijwel geen enkele steltlopersoort, met uitzondering wellicht van de Scholekster, op grond van ter plaatse verzamelde waarnemingen bekend is waaruit het voedsel bestaat van de vogels die in het Deltagebied verblijven. Voor de wat betreft de voedseloecologie met steltlopers 'verwante' Bergeend is wel een begin gemaakt met zulke waarnemingen (Meininger & Snoek in press.). Waar eigen, gebiedsspecifieke waarnemingen aan voedselkeuze ontbreken zal gebruik moeten worden gemaakt van literatuurgegevens, verzameld in gebieden die qua prooiaanbod vergelijkbaar zijn met de Nederlandse (Zeeuwse) getijdengebieden.

Bij de interpretatie van veel van de gegevens die in de afgelopen jaren zijn verzameld en nog steeds worden verzameld in het kader van de biologische monitoring, zijn gegevens over voedselkeuze van de onderhavige soorten echter onmisbaar. Onder andere is dit het geval bij het vogelonderzoek dat zal worden uitgevoerd in het project DUURZAAM*DRAAGKRACHT, waarbij de verspreidingsdynamiek van steltlopers over estuariene gradiënten centraal staat. Daarom is in het vooronderzoek voor het project aandacht besteed aan deze kennislacune. De voorliggende notitie geeft hiervan een verslag.

De notitie bestaat uit twee delen. Het eerste deel beschrijft methoden die kunnen worden toegepast bij het bestuderen van voedselkeuze van steltlopers in intergetijdengebieden. De nadruk ligt daarbij op de analyse van braakballen en faeces, daar deze methode in combinatie met veldwaarnemingen het best bruikbaar is. De beschrijving is vooral gebaseerd op literatuuronderzoek; tegelijkertijd wordt in het kader van het vooronderzoek DUURZAAM ook veldwerk uitgevoerd, gericht op het beschrijven van het dieet van steltlopers in de Westerschelde gedurende winter en voorjaar. Hierover wordt in een later stadium gerapporteerd.

Het tweede deel is een weerslag van literatuuronderzoek naar de voedselspectra van een aantal kenmerkende steltlopersoorten en de Bergeend in Europese wadgebieden. Per soort wordt een overzicht gegeven van de vastgestelde prooisoorten.

2 Methoden voor onderzoek aan voedselkeuze

Voor het achterhalen van de voedselkeuze van steltlopers zijn verschillende benaderingen mogelijk. Elke benadering heeft zijn beperkingen; voor een compleet beeld van het dieet van steltlopers in intergetijdgebieden zal in veel gevallen dan ook een combinatie van technieken de meest volledige informatie opleveren. Grofweg zijn er de volgende onderzoeksmethoden voorhanden:

2.1 Visuele waarnemingen aan prooikeuze

Vooraf bij grotere steltlopersoorten die op relatief grote prooidieren foerageren, is het in veel gevallen mogelijk om (met enige oefening) de gevangen prooien in het veld te herkennen (b.v. Smith 1975, Goss-Custard & Jones 1976, Ens & Zwarts 1980, Pienkowski 1983, Kersten & Piersma 1984, Whitfield 1990). Dit geldt bijvoorbeeld voor Scholeksters foeragerend op schelpdieren, en Wulpen foeragerend op grote wormen zoals *Arenicola* en *Nereis*, en op krabben etc. Kennis van de ter plaatse aanwezige bodemfauna is hierbij van groot nut. Problemen met herkenning ontstaan wanneer gefoerageerd wordt op delen van grotere bodemdieren (b.v. staarten van *Arenicola*, siphon's van *Scrobicularia* of *Mya*), of op kleinere prooidieren. Bij kleinere steltlopersoorten, vooral strandlopers, zijn de foerageerbewegingen dermate snel en de prooien zo klein dat veelal de prooi niet in het veld valt te herkennen.

Wanneer prooien in het veld kunnen worden herkend is dit van groot voordeel aangezien dit de mogelijkheid opent om ook direct "energy intake rates" te meten. Wel dient dan een schatting te worden gemaakt van de grootte van de opgenomen prooien, aangezien niet kan worden aangenomen dat de grootteverdeling van de gegeten prooidieren gelijk is aan die van de aanwezige populatie. Schattingen van prooigrootte in het veld zijn mogelijk door vergelijking met snavel lengtes; in zulke gevallen verdient het wel aanbeveling om de grootte-schattingen te valideren m.b.v. experimenten (zie b.v. Goss-Custard *et al.* 1986).

2.2 Analyse van slokdarm- en maaginhouden

Vooraf in het verleden werd onderzoek naar voedselkeuze voornamelijk gedaan aan de hand van vers gedode (geschoten) exemplaren (b.v. Ehlert 1964, Bengtson & Svensson 1968, Lange 1968, Goss-Custard 1969, Davidson 1971, Prater 1972ab, Fuchs 1975, Lifjeld 1983). Bij verse kadavers is dikwijls nog een deel van de maaginhoud onverteerd en intact. Veel hangt echter af van de tijd die verloopt tussen het bemachtigen van de vogel en het moment waarop de inhoud van het darmkanaal wordt gefixeerd; de vertering gaat namelijk gedeeltelijk door na het sterven van de vogel (Van Koersveld 1950). Wanneer men af moet gaan op (gedeeltelijk) verteerde prooien komen factoren om de hoek kijken die een kwantitatieve reconstructie van het dieet compliceren, met name verschillen in doorgangssnelheid en/of verteerbaarheid tussen prooi-soorten. Enchytraeïde wormen bijvoorbeeld blijken veelal binnen een minuut na aankomst in de maag volledig te zijn gedesintegreerd (Lifjeld 1983). Door de snelle vertering, die nog doorgaat na sterven van de vogel, leveren dood gevonden vogels vaak weinig informatie op, en is het noodzakelijk om vogels te verzamelen (meestal met het geweer) op de foerageergebieden. Tegenwoordig wordt deze aanpak in het algemeen niet meer aanvaardbaar geacht.

Minder destructieve doch tot dusver bij steltlopers niet of nauwelijks toegepaste alternatieven voor deze methode zijn het gebruik van stoffen zoals kopersulfaat die de vogel induceren tot het opbraken van de maaginhoud (zgn. emetica, Montague & Cullen 1985), en het uitspoelen van de maaginhoud met water. Deze laatste methode is met succes toegepast bij zeevogels (Wilson 1984, Ryan & Jackson 1986), en ook bij insectivore zangvogels (Jenni *et al.* 1990, Major 1990).

2.3 Analyse van faeces en braakballen

Een veel gebruikte aanvulling op veldwaarnemingen is het onderzoeken van faeces en braakballen op herkenbare resten van gegeten prooidieren (o.a. Olney 1965, Swennen 1971, Goss-Custard & Jones 1976, Holthuijzen 1979, Walmsley & Moser 1981, Worrall 1984, Durell & Kelly 1990, Dekinga & Piersma MS, Zwarts in press.). Uiteraard kunnen op deze wijze alleen organismen met harde, onverteerbare delen als prooi worden geïdentificeerd, zoals schelpdieren, kreeftachtigen, en wormen met harde chitineuze kaken of borstels. Sommige steltlopers (m.n. Scholeksters, soms ook Wulpen) scheiden echter vaak het vlees van de schelp van tweekleppigen, waardoor deze schelpen niet in de emetica verschijnen. Bij dit type analyses ontstaat dus vrijwel altijd een niet-representatief beeld van de dieetsamenstelling. Desalniettemin heeft de methode reeds veel nuttige informatie opgeleverd bij steltlopers.

Alle steltlopers produceren faeces en de meeste ook braakballen, maar hun grootte en stevigheid, en de hoeveelheid materiaal erin, verschilt van soort tot soort. Ruiters zoals Tureluur, Zwarte en Groenpootruiters scheiden het overgrote deel van het onverteerbare materiaal uit als braakballen, en in de faeces valt weinig terug te vinden (Jones & Goss-Custard 1975, Holthuijzen 1979). Ook de braakballen van Wulpen bevatten veel materiaal. Productie van braakballen bij strandlopers is minder frequent en bij deze soorten levert analyse van faeces soms een beter beeld van de dieetsamenstelling. Een complicerende factor bij soorten die zowel in braakballen als faeces harde delen uitscheiden, is dat de proportie hiervan die in faeces, respectievelijk braakbal terechtkomt, per prooi-soort kan verschillen (Worrall 1984). Kennis hierover is dan noodzakelijk om tot een juiste inschatting van het relatieve belang van elke prooi-soort te kunnen komen (zie Dekinga & Piersma MS voor een experimentele, kwantitatieve benadering).

Braakballen worden doorgaans in vrij kleine aantallen geproduceerd, waardoor de kans om een representatieve steekproef te verzamelen op de foerageerplaats vrij gering is (Durell & Kelly 1990). Swennen (1971) berekende dat Groenpootruiters mogelijk niet meer dan 5 braakballen per etmaal produceren. Goede plaatsen om braakballen te verzamelen zijn vooral plekken waar de vogels enige tijd hebben gerust, zoals voorverzamelplaatsen en hoogwatervluchtplaatsen (Jones & Goss-Custard 1975). Soortspecifieke herkenning van braakballen is eenvoudiger dan bij faeces, doch braakballen van sommige soorten kunnen sterk op elkaar gelijken (b.v. Tureluur / Groenpootruiter / Zwarte Ruiter, Holthuijzen 1979).

Omdat alleen harde onverteerbare delen herkend kunnen worden is de methode van bewaren bij braakballen niet erg van belang. Ze kunnen worden gedroogd, ingevroren of bewaard in alcohol. Worrall (1984) voegde voor analyse aan de braakballen van Bonte Strandlopers polyvinol-lactophenol toe, om het urinezuur op te lossen; daarna verdunde hij met water.

Braakballen kunnen het best apart worden verzameld en geanalyseerd, zodat een (semi)kwantitatieve benadering mogelijk wordt. Vaak overweegt een bepaalde prooi-soort in een braakbal, terwijl een andere bal vrijwel uitsluitend resten van een andere prooi kunnen bevatten. Voorkomen van prooi-soorten kan dan worden uitgedrukt als presentie (% van alle braakballen waarin aangetroffen), verder kan het aantal prooidieren per braakbal worden bepaald (tellen van herkenbare delen). Jones & Goss-Custard (1975) vonden een correlatie tussen presentie en aantal exemplaren per braakbal voor enkele prooi-soorten bij Wulp en Tureluur, en gebruikten vervolgens de veel sneller vast te stellen presentie als schatter voor de aantallen prooidieren.

Faeces wordt, vooral door de kleinere soorten, in een hoger tempo geproduceerd dan een braakbal en verschijnt ook sneller na het tijdstip van opname.

Tabel 1. Overzicht van in faeces en braakballen van steltlopers aan te treffen herkenbare resten van prooidieren. Resten die gebruikt kunnen worden om het voorkomen te kwantificeren (telbare delen) zijn vet gedrukt. Gegevens uit Swennen 1971, Jones & Goss-Custard 1975, Worral 1984, Durell & Kelly 1990.

prooi-soort	herkenbare resten (telbare resten vet)
<u>Nematoda</u>	metacercaria (geëncysteerde larven)
<u>Oligochaeta</u>	tentakels, chaetae (borstels) (meestal blijft niets over in faeces).
<u>Polychaeta</u>	
<i>Arenicola marina</i>	chaetae
<i>Nereis diversicolor</i>	kaken, aciculae
<i>Nereis virens</i>	kaken
<i>Nephtys</i> sp.	paragnathen, chetae
<i>Anatides/Eteone</i>	kokers, aciculae
<i>Spio/Pygospio</i>	kokers
<i>Heteromastus</i>	uitwerpselen (kleine zwarte, langwerpige bolletjes) (Meire pers. med.)
<u>Bivalvia</u>	
<i>Macoma balthica</i>	slotjes, schelpfragmenten
<i>Scrobicularia plana</i>	slotjes, schelpfragmenten
<i>Cerastoderma edule</i>	slotjes, schelpfragmenten
<i>Mya arenaria</i>	slotjes, schelpfragmenten
<i>Mytilus edulis</i>	slotjes, schelpfragmenten
<u>Gastropoda</u>	
<i>Hydrobia</i> sp.	intacte huisjes/laatste windingen/opercula
<i>Retusa</i> sp.	intacte huisjes/laatste windingen
<i>Littorina</i>	intacte huisjes/laatste windingen; opercula,
<u>Crustacea</u>	
<i>Corophium</i>	delen v.d. kop (2e antenne), exoskelet
<i>Gammarus</i>	delen v.d. kop, exoskelet
<i>Bathyporeia</i>	delen v.d. kop, exoskelet
<i>Carcinus</i>	schaarpunten, intacte carapax
<i>Crangon</i>	schaarpunten, mandibulae
<u>Pisces</u>	
<i>Pomatoschistus</i>	otolithen (sacculolithen, grootste vd 3 pr)

Hierdoor kunnen faeces gemakkelijker dan braakballen op de foerageerplaats zelf worden verzameld, hetgeen een groot voordeel is, wanneer men de dieetsamenstelling wil weten in relatie tot specifieke foerageerplaatsen. Gepubliceerde defaeceringsintervallen van foeragerende steltlopers variëren van 78 sec bij Kanoetstrandlopers tot 612 sec bij Scholeksters en Regenwulpen (Kersten in Zwarts in press.) en 120-1200 sec bij Wulpen (Zwarts *et al.* 1990), hetgeen een verband tussen lichaamsgrootte en defaeceringsinterval indiceert. Bij kleine steltlopersoorten die in dichte groepen foerageren, zoals Bonte Strandloper en Kanoetstrandloper, is het doorgaans geen probleem om in korte tijd vele tientallen faeces te verzamelen, vooral wanneer de vogels al langere tijd (enkele uren) op de betreffende plaats hebben gefoerageerd. In het geval van Bonte strandlopers kan onder zulke omstandigheden de dichtheid van faeces op het wadoppervlak oplopen tot zo'n 0,5/m². De tijd tussen opname en het verschijnen van de eerste resten als faeces duurt bij Kanoetstrandlopers zo'n 40 minuten (Jones in Durell & Kelly 1990).

Bij grotere en meer verspreid foeragerende soorten zoals Tureluur, Zilverplevier en Wulp is nooit sprake van zulke hoge dichtheden. Een praktische manier om faeces van deze soorten te verzamelen is het volgen van sporen van foeragerende vogels over het slik (Durell & Kelly 1990, pers. obs.). Op deze wijze wordt tegelijkertijd de juiste identificatie van de vogelsoort gewaarborgd, mits men de sporen weet te onderscheiden.

Afhankelijk van de doelstelling van het onderzoek (kwalitatief/kwantitatief) kunnen feces apart of met een aantal bij elkaar worden verzameld. De methode van bewaren niet van groot belang, hoewel met het oog op stankoverlast een vorm van conservering (alcohol/vriezer) wel wordt aangeraden.

Analyse van feces en braakballen in het lab gebeurt in een beetje water in een petri-schaal, onder een binoculair bij vrij geringe (10-40x) vergroting (Swennen 1971, Durell & Kelly 1990). Soms verdient het aanbeveling om het materiaal eerst uit te zeven over een zeef met kleine maaswijdte (0,3-0,5 mm), vooral indien met de faeces ook vrij veel sediment wordt meeverzameld. Zeer kleine prooiresten, zoals chaetae en aciculae van wormen, zouden echter op deze wijze (deels) kunnen verdwijnen.

Tabel 1 geeft een overzicht van resten van verschillende prooidieren van steltlopers, die in faeces en braakballen kunnen worden teruggevonden, gebaseerd op de literatuur. Hieronder volgt een overzicht van soortspecifieke opmerkingen over de bruikbaarheid en herkenning van braakballen en faeces bij afzonderlijke steltlopersoorten.

Zilverplevier

Durell & Kelly 1990: Prooikeuze is vrij goed vast te stellen door observaties. Alle faeces bevatten minstens enkele herkenbare prooiresten.

Kanoetstrandloper

Verreweg de meeste resten verschijnen in de faeces. Dekinga & Piersma (MS) geven zeer gedetailleerd aan hoe de zo verzamelde gegevens kunnen worden omgerekend naar voedselopname. De grootteverdeling van *Macoma*, teruggevonden in de braaksels, verschilde van die in faeces, maar niet op een systematische manier. Kanoetenbraaksels zijn zacht en slijmerig, en kunnen nauwelijks als braak'ballen' worden aangeduid.

Bonte Strandloper

Worrall 1984: inhoud faeces lastig herkenbaar; alle *Hydrobia* fijn vermalen en niet goed telbaar. Braakballen leveren meer herkenbaar materiaal.

Durell & Kelly 1990: >20% van de faeces bevatte geen herkenbare delen, vooral waar vogels kleine wormen aten; waarschijnlijk waren dit Oligochaeta.

Tureluur

Braakballen ovaal, licht gebogen, ca. 2x1 cm. Glad wanneer voornamelijk bestaande uit resten van kreeftachtigen, ruwer wanneer veel schelpen bevattend. Kleur variabel (Goss-Custard & Jones 1975).

Groenpootruiter

Braakballen variabel van kleur, ca. 2x1 cm. Graten en otolithen van vissen, kaken en chaetae van borstelwormen, poten en schilden van crustaceën en insecten. Ook metacercariën (geëncysteerde larven van zuigwormen) (Swennen 1971). Faeces bevatten vrijwel geen herkenbare resten.

Wulp

Braakballen zeer variabel van vorm en grootte. Tot 6 cm lang en ovaal van vorm, soms echter niet meer dan wat verslijmde schelpfragmenten. Prooiresten veelal vrij grof, vaak steentjes en soms maagwandmateriaal erin (Jones & Goss-Custard 1975).

Steenloper

Jones 1973: Braakballen klein, onregelmatig van vorm, lastig te onderscheiden in het geval van

gemengde groepen.

2.4 Kwantitatieve analysemethodieken

Bij bepaalde studies is men niet alleen geïnteresseerd in dieetsamenstelling wat betreft prooi-soorten, maar ook in de grootteverdeling van de gegeten prooien. Dit bijvoorbeeld om na te gaan of er sprake is van selectieve voedselopname, waarbij de grootteverdeling van de gegeten prooien afwijkt van die aanwezig in het foerageergebied. In verreweg de meeste gevallen worden in braakballen en faeces geen complete prooien teruggevonden, maar slechts fragmenten. Voor het schatten van de grootte van de gegeten prooien zal dan ook meestal een ijklijn moeten worden opgesteld, die de grootte van wel in de excreta herkenbare en meetbare delen relateert aan die van het gehele prooidier. Een goed overzicht van de diverse op te lossen problemen is te vinden in Dekinga & Piersma (MS).

Metten van *Nereis*-kaken: van top tot achterrand laatste tand; gebroken kaken door vergelijking met kaken van gelijke dikte/aantal tanden (Worrall 1984).

Metten van *Hydrobia*: totale lengte bij intacte exemplaren, dikte laatste winding bij beschadigde exemplaren (Dekinga & Piersma MS, Zwarts in press.), of diameter opercula (Worrall 1984). Een probleem kan zijn dat grootte de kans op fragmentatie in maag/darmkanaal beïnvloedt: kleine exemplaren blijven vaker intact dan grotere (Piersma & Dekinga MS, Zwarts in press.). *Hydrobia* meegeschept kan worden bij het verzamelen van de poep (te ondervangen door alleen halfgebroken exemplaren te meten en te corrigeren voor grootteverschuiving).

Metten van bivalven: vrijwel altijd zijn bivalven in faeces en braakballen sterk gefragmenteerd, zodat meten van de totale schelpenlengte niet mogelijk is. In veel gevallen zijn echter de 'slotjes' van de schelpen wel terug te vinden. De hoogte van deze slotjes, of van de slotjes + schelptop (zie fig. 1 in Piersma & Dekinga MS) kan worden gerelateerd aan de schelpenlengte. In verband met systematische verschillen tussen waarnemers in het meten van de slotjes onder de binoculair, en omdat de relatie tussen slothoogte en schelpenlengte per gebied kan verschillen, is het aan te bevelen om per waarnemer en per gebied een ijklijn te maken.

3 Prooispectrum van steltlopersoorten in West Europa

3.1 Opzet van de literatuurstudie

Voor het hierna volgende overzicht van voedselspectra van een aantal in Westeuropa karakteristieke steltlopers van intergetijdengebieden is een vrij uitgebreide literatuurstudie verricht. De gegevens zijn samengevat in een tabel, die per soort een overzicht geeft van vastgestelde voedselorganismen. Een prooi-soort is in het overzicht alleen opgenomen als behorend tot het menu van een bepaalde steltloper als ook werkelijk werd vastgesteld dat deze werd gegeten, hetzij door visuele waarnemingen, hetzij doordat de soort werd aangetroffen in maag, braakballen of faeces. Dit in tegenstelling tot sommige andere overzichten van prooi-keuze bij steltlopers (b.v. Cramp & Simmons 1983, Goss-Custard *et al.* 1991) waarbij soms een correlatie tussen de dichtheden van vogels en prooidieren is opgevat als bewijs voor een plaats op de menulijst.

Het overzicht is beperkt tot de voedselkeuze van vogels die foerageren in intergetijdengebieden langs de kusten van Europa. Literatuuropgaven voor vogels foeragerend in binnenlandse, zoete wetlands, of in min of meer atypische milieus, zijn in de regel niet opgenomen. In veel gevallen gaat het bij zulke opgaven om diverse groepen van insecten die deel uitmaken van het menu. In dit overzicht zijn insecten alleen als groep opgenomen, en slechts vermeld wanneer gegeten in intergetijdengebieden.

Er is naar gestreefd het overzicht zo gedetailleerd mogelijk te maken voor wat betreft de taxonomie van de prooi-soorten, maar in veel gevallen wordt slechts tot op genus-nivo uitgesplitst. Bij een vrij groot aantal genera wordt in de literatuur echter niet meer dan één soort als voedsel opgegeven, zoals bijvoorbeeld bij de genera *Arenicola* (*marina*), *Carcinus* (*maenas*), *Cerastoderma* (*edule*), *Heteromastus* (*filiformis*), *Hydrobia* (*ulvae*), *Lanice* (*conchilega*), *Macoma* (*balthica*), *Mya* (*arenaria*), *Nephtys* (*hombergi*), *Nereis* (meestal *diversicolor*), *Pygospio* (*elegans*), *Scoloplos* (*armiger*), en *Scrobicularia* (*plana*). Veelal is in voedselstudies de determinatie ook niet verder doorgevoerd dan tot genusnivo. Verwijzingen naar hogere taxonomische nivo's in dieetstudies (b.v. 'polychaeta' of 'crustacea') zijn doorgaans niet in het overzicht opgenomen, behalve in het geval van de moeilijk determineerbare oligochaeten.

De lijst is in principe kwalitatief, en geeft nauwelijks informatie over het relatieve belang van verschillende prooi-soorten in het dieet van de betreffende vogelsoort. Hiervoor zij de lezer in de eerste plaats verwezen naar de oorspronkelijke bronnen. Wel zijn in het overzicht gevallen, waarin een prooi-soort slechts in zeer kleine hoeveelheden in het dieet van een steltloper werd aangetroffen, aangegeven met een haakje (voor de verwijzing. Om nog iets meer van een kwantitatieve indicatie in het overzicht in te bouwen, is voor elke prooi-soort aangegeven bij welke studie (bron) deze als onderdeel van het menu werd aangetroffen. Prooi-soorten, die algemeen en in veel gebieden worden gegeten, worden derhalve gevolgd door een relatief groot aantal verwijzingen. Omdat het aantal verwijzingen mede wordt bepaald door het aantal studies dat aan de betreffende vogelsoort is verricht, is bij elke soort het totale aantal verschillende verwijzingen, als maat voor het aantal verrichte studies, aangegeven. Bij de Scholekster werden alleen referenties opgenomen naar prooidieren anders dan de kokkel *Cerastoderma edule* en de mossel *Mytilus edulis*.

De literatuurbronnen kunnen in twee groepen worden verdeeld: originele bronnen die het resultaat presenteren van door de auteurs zelf op een specifieke plaats en tijdstip uitgevoerde studies, en overzichten (reviews) die gegevens uit een aantal originele bronnen samenvatten. De belangrijkste hiervan zijn (voor steltlopers) 'The birds of the western Palearctic' (Cramp & Simmons 1983) en 'The birds of the Wadden Sea' (Smit & Wolf 1980). Het verwijzen naar zulke overzichtswerken brengt het gevaar mee dat dubbele verwijzingen ontstaan, wanneer ook de originele bronnen zijn geraadpleegd. Daarom is in het overzicht alleen naar overzichtswerken verwezen wanneer het gaat om niet-gepubliceerde gegevens of gegevens uit moeilijk toegankelijke bronnen (bijvoorbeeld studentenrapporten, dissertaties zonder wijde verspreiding, "Schierboeken" van de N.J.N. etc.).

De verwijzing naar de literatuurbronnen gebeurt door middel van getallen. Deze getallen zijn de referentienummers van de betreffende artikelen in het vogel-literatuurarchief van de DGW in Middelburg (beheerder P.L. Meininger). Hieronder volgt een overzicht van deze referenties (zie verder paragraaf 4, verwijzingen), waarbij tevens de onderzoeksmethode is aangegeven:

80	Bengtson & Svensson 1968	magen
118	Ehlert 1964	magen
126	Fuchs 1975	magen
163	Davidson 1971	magen
252	Goss-Custard 1969	observaties, magen
254	Goss-Custard & Jones 1976	observaties, braakballen, faeces
286	Jones 1975	braakballen
356	Olney 1965	observaties, magen, faeces
377	Prater 1972a	magen
380	Prater 1972b	magen
397	Swennen 1971	braakballen
408	Smith & Evans 1973	observaties, magen
460	Wolff 1969	observaties
915	Bryant & Leng 1975	observaties
933	Lange 1968	magen
956	Tjallingii	observaties
1271	Goss-Custard 1977	observaties
1284	Goss-Custard <i>et al.</i> 1977	observaties, magen, braakballen, faeces
1462	Mulli� & Meininger 1981	magen
1525	Pienkowski 1978/79	observaties
1672	Zwarts 1980	observaties
1890	Walmsley & Moser 1981	observaties, faeces
2221	Puttick 1979	observaties, magen
2251	Goss-Custard & Durell 1983	observaties
2253	Pienkowski 1982	
2289	Pienkowski 1983	observaties
2336	Dugan 1981	observaties
2461	Ens & Zwarts 1980	observaties
2484	Evans 1979	observaties
2530	Lifjeld 1983	magen
2792	Goss-Custard 1970	observaties, magen
2908	Swennen <i>et al.</i> 1985	observaties
2918	Worrall 1984	observaties, braakballen, faeces
2962	Serrano & Cabot 1984	magen
3007	Buchanan <i>et al.</i> 1985.	magen
3027	Quammen 1984	magen
3740	Smith 1975	observaties, magen
3987	Durell & Kelly 1990	faeces
4047	Ward & Bullock 1988	observaties
4066	Kersten & Piersma 1984	observaties
4103	Boates & Goss-Custard 1989	observaties
4263	Holthuijzen, Y.A. 1979	braakballen
4288	Van Dessel 1983	observaties
4640	Dekinga & Piersma MS	faeces
4689	Whitfield 1990	observaties
4690	Goss-Custard <i>et al.</i> 1991	observaties

4697	Zwarts in press	observaties, faeces
4781	Evans <i>et al.</i> 1979	magen, observaties
BWP	Cramp & Simmons 1983	review
BWS	Smit & Wolff 1980	review
FAW	Burton 1974	magen

3.2 Overzicht van prooikeuze van steltlopers in Europese kustgebieden

<u>BERGEEND</u>	3 studies
Mollusca	
<i>Hydrobia</i>	356,915,
<i>Macoma</i>	356,915,356
Crustacea	
<i>Ostracoda</i>	1890,
<i>Artemia</i>	1890,
<i>Corophium</i>	356,915,
Insecta	1890,

<u>SCHOLEKSTER</u>	8 studies
Polychaeta	
<i>Nereis</i>	1672,4103,BWS,BWP,2251,
<i>Arenicola</i>	BWS
<i>Harmothoe</i>	BWS
<i>Scolecipis</i>	BWP
<i>Harmothoe</i>	933,
Mollusca	
<i>Macoma</i>	4288,
<i>Ensis</i>	2908,
<i>Mytilus</i>	
<i>Cerastoderma</i>	
<i>Scrobicularia</i>	4103,(2251,
<i>Littorina</i>	BWS,(2251,
Crustacea	
<i>Carcinus maenas</i>	4288,BWS,2251,
<i>Crangon</i>	BWP
<i>Corophium</i>	BWP

<u>KLUUT</u>	4 studies
Polychaeta	
<i>Nereis</i>	956,2962,1672,
Crustacea	
<i>Corophium</i>	956,BWP,
<i>Palaemonetes</i>	BWP,
<i>Neomysis</i>	BWP,
<i>Idotea</i>	BWP,
<i>Copepoda</i>	BWP,
<i>Ostracoda</i>	BWP,
Insecta	2962,BWP,

BONTBEKPLEVIER

6 studies

Polychaeta	
<i>Notomastus</i>	1525,2289,BWP,
<i>Nereis</i>	1525,1672,933,BWS,BWP
<i>Scoloplos</i>	BWP
<i>Arenicola</i>	BWP
<i>Anatides</i>	BWP
Oligochaeta	(2530,
Mollusca	
<i>Littorina</i>	2530,BWP
<i>Hydrobia</i>	933,BWS,
Crustacea	
<i>Corophium</i>	BWP,
<i>Carcinus</i>	BWS,
<i>Bathyporeia</i>	2289,BWP
<i>Gammarus</i>	(2530,
<i>Eurydice (Is.)</i>	2289,
<i>Ostracoda</i>	(2530,
<i>Talitrus</i>	BWP,
Insecta	933,2530,BWS,
Acarina	2530,

STRANDPLEVIER

4 studies

Polychaeta	
<i>Nereis</i>	933,BWS
Gastropoda	
<i>Hydrobia</i>	933,BWS,BWP,
<i>Littorina</i>	933,BWS,BWP,
bivalvia sp.	933,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	933,BWS,BWP
Insecta	933,BWS,BWP

ZILVERPLEVIER

12 studies

Polychaeta	
<i>Arenicola</i>	1284,1525,2289,
<i>Nereis diversicolor</i>	956,1284,1525,1672,2336,3987,4066, 4781,BWP,
<i>Nereis virens</i>	2336,
<i>Notomastus</i>	1525,
<i>Scoloplos</i>	3987,BWS
<i>Phyllodoce</i>	BWP,
<i>Lanice</i>	1284,BWP,
<i>Harmothoe</i>	933,
Mollusca	
<i>Macoma</i>	1284,3987,BWP,
<i>Cerastoderma</i>	933,1284,BWP
<i>Mytilus</i>	(1284,
<i>Hydrobia</i>	1284,(3987,4781,FAW,BWP,
<i>Littorina</i>	933,1284,
<i>Retusa obtusa</i>	3987,
<i>Alderia modesta</i> (zeenaaktslak)	3987
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	1284,BWP,
<i>Crangon</i>	1284,BWP,
<i>Corophium</i>	3987,
<i>Bathyporeia</i>	2253,
<i>Euridyce</i>	2253,

KANOETSTRANDLOPER

11 studies

Polychaeta	
<i>Nereis</i>	(380,(1284,1525,BWP,
Oligochaeta	BWP,
Mollusca	
<i>Macoma</i>	118,163,380,933,1284,4640,4697,
<i>Hydrobia</i>	118,163,380,933,1284,4640,4697,BWP,
<i>Mytilus</i>	163,933,1284,1754,BWP,
<i>Mya</i>	933,BWP,
<i>Cerastoderma</i>	163,380,933,1284,4697,BWP
<i>Retusa</i>	933,BWP,
<i>Rissoa</i>	1754,BWP,
<i>Littorina</i>	118,(380,933,1754,BWP,
<i>Thais</i>	(1754,
<i>Tellina</i>	BWP,380,
Crustacea	
<i>Balanus</i>	380,BWP,
<i>Carcinus</i>	163,(380,4640,ZWMS,BWP,
<i>Crangon</i>	BWS,4640,ZWMS,BWS
<i>Gammarus</i>	BWS,BWP,
<i>Corophium</i>	380,BWP,
Asteroidea	BWP,
Insecta	118,933,
Pisces	
<i>Pomatoschistus</i>	BWP,

DRIETEENSTRANDLOPER

4 studies

Polychaeta	
<i>Scolecopsis</i>	2484, BWS
Mollusca	
<i>Hydrobia</i>	118, BWP,
<i>Mytilus</i>	BWP,
Crustacea	BWS
<i>Bathyporeia</i>	2484,
<i>Eurydice</i>	(118,
Coenozoa	
<i>Aurelia</i>	..

BONTE STRANDLOPER

18 studies

Polychaeta	
<i>Arenicola</i>	BWP,
<i>Nereis</i>	80, 118, 126, 163, 933, 1284, 1462, 1525, 2918, -
	1672, 4690, FAW, BWP, Clark 1983,
<i>Nephtys</i>	1284, 3987,
<i>Polydora</i>	3027,
<i>Scoloplos</i>	118, 3987, BWP
<i>Pygospio</i>	(118,
<i>Capitella</i>	3027,
Oligochaeta	1525, (2530, 2918, 3027, 4781
Mollusca	
<i>Cerastoderma</i>	163, 1284, 3987, BWP,
<i>Hydrobia sp.</i>	80, 126, 163, 933, 1284, 1462, 1525, 2918, 3987, -
	FAW, BWP,
<i>Littorina</i>	188, 126, 2530, (2918, BWP,
<i>Macoma</i>	163, 1284, 2918, 3987, BWS(siphons), BWP
<i>Retusa</i>	(118, 3987,
<i>Rissoa</i>	BWP,
<i>Tellina</i>	BWP,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	BWS, BWP,
<i>Corophium</i>	163, 933, 1284, 3007, (3987, (FAW,
<i>Bathyporeia</i>	163,
<i>Gammarus sp.</i>	80, (2530
Mysidacea	BWP,
<i>Talitris</i>	FAW
Ostracoda	126, 1462, 3007,
Cladocera	BWP,
Insecta	80, 118, 933, 1284, 2530, 3007,
Acarina	(2530,

KROMBEKSTRANDLOPER

4 studies

Polychaeta	
<i>Nereis</i>	956,
<i>Ceratonereis</i>	2221,
Mollusca	
<i>Hydrobia</i>	126,
<i>Assimineae</i> (cf <i>Hydrobia</i>)	2221,
Crustacea	
<i>Gammarus</i>	(2530,
Insecta	126,2530,
Acarina	(2530,

(LJSLANDSE) GRUTTO

3 studies

Polychaeta	
<i>Nereis</i>	4047,BWP,
<i>Arenicola</i>	4047,BWP,
Mollusca	
<i>Cerastoderma</i>	FAW,
<i>Hydrobia</i>	FAW,
<i>Macoma</i>	4047,BWP,FAW,
<i>Mya</i>	BWP,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	BWP,

ROSSE GRUTTO

10 studies

Polychaeta	
<i>Arenicola</i>	408,1284,2484,3279,3740,BWS,
<i>Nereis</i>	408,1284,1525,3279,(3740,1672,4781,BWS,
<i>Nephtys</i>	(1284,3279,
<i>Scoloplos</i>	3279,(3740,
<i>Heteromastus</i>	3279,BWS,
Oligochaeta	408,
Mollusca	
<i>Macoma</i>	1284,3279,3740,4781,BWS,
<i>Cerastoderma</i>	1284,(3740,
<i>Scrobicularia</i>	(3740,
<i>Tellina</i>	(3740,
<i>Hydrobia</i>	1284,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	1284,BWS,
<i>Corophium</i>	BWS
<i>Crangon</i>	(BWS,
Pisces	
<i>Ammodytes</i>	(BWS

WULP

9 studies

Polychaeta	
<i>Arenicola</i>	254,460,2461,BWS,(FAW,
<i>Lanice</i>	254,1284,2461,BWS,
<i>Nereis</i> div.	254,460,956,1525,1672,2461,BWS,FAW,
Mollusca	
<i>Cerastoderma</i>	254,460,BWS
<i>Macoma</i>	254,460,BWS,FAW,
<i>Scrobicularia</i>	254,2461,BWS(siph)
<i>Mytilus</i>	254,BWS,
<i>Mya</i>	254,2461,BWS
<i>Hydrobia</i>	FAW,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	460,BWS,FAW,

ZWARTE RUITER

4 studies

Pisces	
<i>Pomatoschistus</i>	4263,
Polychaeta	
<i>Nereis</i>	1672,4263,
Mollusca	
<i>Mya</i>	933,4263,
<i>Macoma</i>	(4263,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	933,4263,BWS,
<i>Crangon</i>	4263,
<i>Corophium</i>	4263,

TURELUUR

8 studies

Oligochaeta	4690,4781,
Polychaeta	
<i>Nereis</i> div.	252,397,1271,1525,2792,BWS,FAW,
<i>Harmothoe</i>	(BWS
<i>Nephtys</i>	1271,(BWS
<i>Pectinaria</i>	(BWS
<i>Lanice</i>	(BWS
Mollusca	
<i>Cerastoderma</i>	252,
<i>Hydrobia</i>	163,252,1284,2792,4690,4781,BWS,FAW,
<i>Macoma</i>	163,252,397,2792,BWS,FAW,
<i>Littorina</i>	(252,(FAW,
<i>Mya</i>	397,
Crustacea	
<i>Corophium</i>	252,397,1284,2792,4690,BWS,FAW,
<i>Carcinus</i>	(252,254,4690,2253,BWS,FAW,
<i>Caridea</i>	FAW,
<i>Gammarus</i>	(252,4690,
<i>Crangon</i>	(252,254,397,4690,BWS
Pisces	
<i>Pomatoschistus</i>	397,

GROENPOOTRUITER

2 studies

Polychaeta	
<i>Nereis</i>	397,
Mollusca	
<i>Hydrobia</i>	(397, worden niet verteerd)
<i>Mya</i>	(397,
Crustacea	
<i>Carcinus</i>	(397, BWS,
<i>Crangon</i>	397,
<i>Corophium</i>	(397
<i>Gammarus</i>	(397
Pisces	
<i>Platichthys</i>	
<i>Pomatoschistus</i>	397,

STEENLOPER

7 studies

Polychaeta	
<i>Nereis</i>	(377,
Mollusca	
<i>Littorina</i>	163,286,377,4689 (grote ex. alleen voet + operculum), BWP,
<i>Hydrobia</i>	163,286,(377,BWP
<i>Calliostoma</i>	(286,
<i>Macoma</i>	163,286,(377,
<i>Mytilus</i>	163,286,377,BWP,
<i>Cerastoderma</i>	286,BWP,
Crustacea	
<i>Corophium</i>	163,BWS
<i>Gammarus</i>	163,377,BWS,BWP
<i>Hyale (amph)</i>	4689,
<i>Talitrus (amph)</i>	4689,
<i>Carcinus</i>	163,377,BWS,BWP
<i>Balanus</i>	163,286,377,BWS,BWP
<i>Carcinus</i>	163,286,
<i>Eupagurus</i>	(286,
Loricata	286,
Insecta	163,(286,

4 Verwijzingen

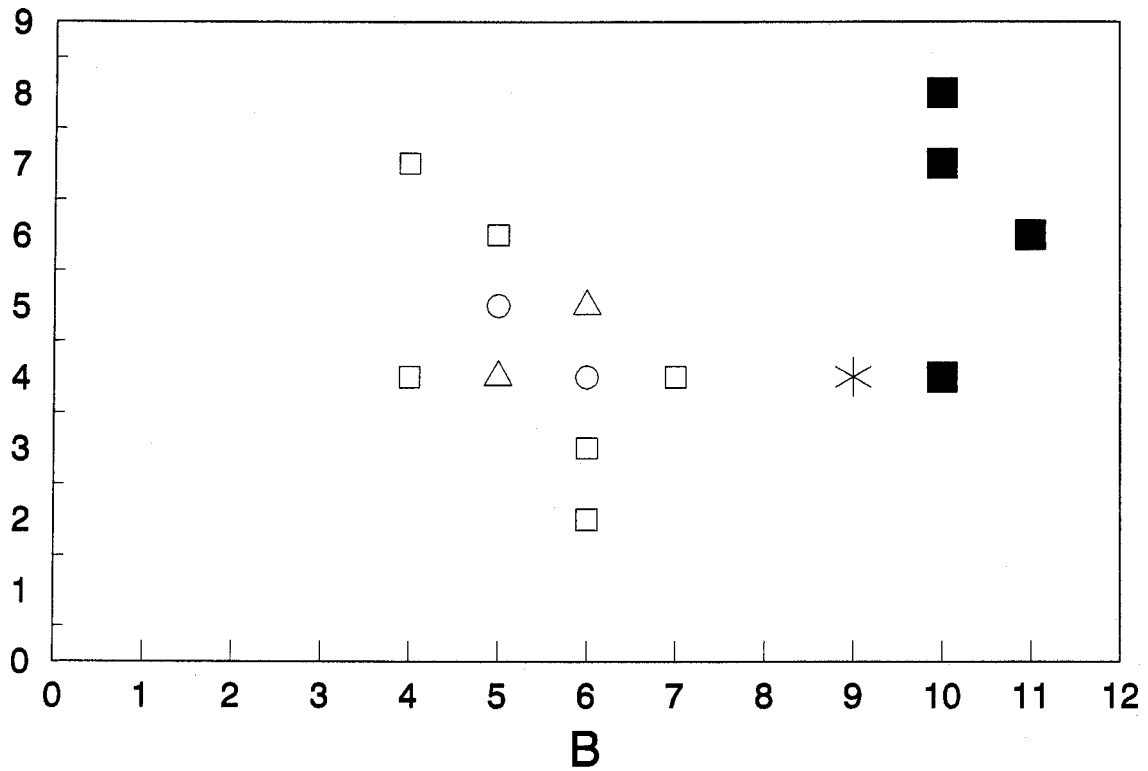
- Bengtson, S.-A. & B. Svensson 1968. Feeding habits of *Calidris alpina* L. and *C. minuta* Leisl. (Aves) in relation to the distribution of marine shore invertebrates. *Oikos* 19: 152-157.
- Boates, C.S. & J.D. Goss-Custard 1989. Foraging behaviour of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* during a diet switch from worms *Nereis diversicolor* to clams *Scrobicularia plana*. *Can. J. Zool.* 67: 2225-2231.
- Bryant, D.M. & J. Leng 1975. Feeding distribution and behaviour of Shelduck in relation to food supply. *Wildfowl* 26: 20-30.
- Buchanan, J.B., L.A. Brennan, C.T. Schick, M.A. Finger, T.M. Johnson & S.G. Herman 1985. Dunlin weight changes in relation to food habits and available prey. *J. Field. Ornithol.* 56: 265-272.
- Burton, P.J.K. 1974. Feeding and the feeding apparatus in waders. British Museum (Natural History), Publ. No. 719, London.
- Cramp, S. & K.E.L. Simmons 1983. The birds of the western Palearctic 3. Oxford.
- Davidson, P.E. 1971. Some foods taken by waders in Morecambe Bay, Lancashire. *Bird Study* 18: 177-186.
- Dekinga & T. Piersma MS. Reconstructing diet composition on the basis of faeces in a mollusc-eating wader, the Knot *Calidris canutus*. *Bird Study*.
- Dessel, B. van 1983. Onderzoek naar de relaties tussen macrozoobenthos en enkele steltlopersoorten in het intergetijdengebied van het Verdrongen land van het Markiezaat van Bergen op Zoom. Rapport Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke / Rijkswaterstaat Deltadienst hoofdafdeling Milieu en Inrichting, Middelburg.
- Dugan, P.J. 1981. The importance of nocturnal foraging in shorebirds: a consequence of increased invertebrate prey activity. In: N.V. Jones & W.J. Wolff (eds). *Feeding and survival strategies of estuarine organisms*. Plenum Press, New York: 251-260.
- Durrell, S.E.A. le V. dit, & C.P. Kelly 1990. Diets of Dunlin *Calidris alpina* and Grey Plover *Pluvialis squatarola* on the Wash as determined by dropping analysis. *Bird Study* 37: 44-47.
- Ehlert, W. 1964. Zur Ökologie und Biologie der Ernährung einiger Limikolen-Arten. *J. Orn.* 105: 1-53.
- Ens, B.J. & L. Zwarts 1980. Wulpen op het wad van Moddergat. *Watervogels* 5: 107-120.
- Evans, P.R. 1979. Adaptations shown by shorebirds to cyclical variations in the activity and availability of their intertidal invertebrate prey. In: E. Naylor & R.G. Hartnoll (eds). *Cyclic phenomena in marine plants and animals*. Pergamon Press, Oxford: 357-366.
- Evans, P.R., D.M. Herdson, P.J. Knights & M.W. Pienkowski 1979. Short-term effects of reclamation of part of Seal Sands, Teesmouth, on wintering waders and Shelduck. *Oecologia* 14: 183-206.
- Fuchs, E. 1975. Observations sur les ressources alimentaires et l'alimentation des becasseaux variable, minute et cocorli *Calidris alpina*, *minuta* et *ferruginea* en Méditerranée, au passage et pendant l'hivernage. *Alauda* 43: 55-69.
- Goss-Custard, J.D. 1969. The winter feeding ecology of the Redshank *Tringa totanus*. *Ibis* 111: 338-357.
- Goss-Custard, J.D. 1970. Factors affecting the diet and feeding rate of the Redshank (*Tringa totanus*). In Watson, A. (ed), *Animal populations in relation to their food resources*. British ecological society, Aberdeen: 101-109.
- Goss-Custard, J.D. 1977. Optimal foraging and the size selection of worms by Redshank, *Tringa totanus*, in the field. *Anim. Behav.* 25: 10-29.
- Goss-Custard, J.D., R.E. Jones and P.E. Newberry 1977. The ecology of the Wash I. Distribution and diet of wading birds (Charadrii). *J. Appl. Ecol.* 14: 681-700.
- Goss-Custard & Jones 1976. The diets of Redshank and Curlew. *Bird Study* 23: 233-243.
- Goss-Custard, J.D. & S.E.A. Le V. dit Durell 1983. Individual and age differences in the feeding ecology of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* wintering on the Exe estuary, Devon. *Ibis* 125: 155-171.
- Goss-Custard, J.D., J.T. Cayford, J.S. Boates & S.E.A. le V. dit Durell 1986. Field tests of the accuracy of estimating prey size from bill length in Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, eating mussels, *Mytilus edulis*. *Anim. Behav.* 35: 1078-1083.
- Goss-Custard, J.D., R.M. Warwick, R. Kirby, S. McGorty, R.T. Clarke, B. Pearson, W.E. Rispin, S.E.A. Le V. dit Durell & R.J. Rose 1991. Towards predicting wading bird densities from predicted prey densities in a post-barrage Severn estuary. *J. Appl. Ecol.* 28: 1004-1026.
- Holthuijzen, Y.A. 1979. Het voedsel van de Zwarte Ruiter *Tringa erythropus* in de Dollard. *Limosa* 52: 22-33.
- Jenni, L., P. Reutimann & S. Jenni-Eiermann 1990. Recognizability of different food types in faeces and alimentary flushes of Sylvia warblers. *Ibis* 132: 445-453.
- Jones, R.E. 1975. Food of Turnstones in the Wash. *Brit. Birds* 68: 339-341.
- Kersten, M. & T. Piersma 1984. Voedselkeuze en voedselopname van de Zilverplevier *Pluvialis squatarola* in de Waddenzee tijdens de voor- en najaarstrek. *Limosa* 57: 105-111.
- Koersveld, E. van 1950. Difficulties in stomach analysis. *Proc. int. orn. Congr.* 10: 592-594.
- Lange, G. 1968. Über Nahrung, Nahrungsaufnahme und Verdauungstrakt mitteleuropäischer Limikolen. *Beitr. Vogelkd.* 13: 225-334.

- Lifjeld, J. 1983a. Stomach content analyses of the Dunlin *Calidris alpina*: bias due to differential digestibility of prey items. Fauna norv. Ser. C., Cinclus 6: 43-46.
- Lifjeld, J. 1983b. Prey and grit taken by five species of waders at an autumn migration staging post in N Norway. Fauna norv. Ser. C. Cinclus 7: 28-36.
- Meininger, P.L. & H. Snoek in press. Non-breeding Shelduck *Tadorna tadorna* in the SW-Netherlands: effects of habitat changes on distribution, numbers, moulting sites and food. Wildfowl.
- Major, R.E. 1990. Stomach flushing of an insectivorous bird: an assessment of differential digestibility of prey and the risks to birds. Aust. Wildl. Res. 17: 647-657.
- Montague, T.L. & J.M. Cullen 1985. Comparison of techniques to recover stomach contents from penguins. Aust. Wildl. Res. 12: 327-330.
- Mullié, W.C. & P.L. Meininger 1981. Numbers, measurements and stomach contents of Dunlins, Little Stints and Kentish Plovers from Lake Manzala, Egypt. Wader Study Group Bull. 32: 25-29.
- Olney, P.J.S. 1965. The food and feeding habits of Shelduck *Tadorna tadorna*. Ibis 107: 527-532.
- Pienkowski, M.W. 1978/79. Differences in habitat requirements and distribution pattern of plovers and sandpipers as investigated by studies of feeding behaviour. Verh. orn. ges. Bayern 23: 105-124.
- Pienkowski, M.W. 1982. Diet and energy intake of Grey and Ringed Plovers, *Pluvialis squatarola* and *Charadrius hiaticula*, in the non-breeding season. J. Zool. Lond. 197: 511-549.
- Pienkowski, M.W. 1983. Surface activity of some intertidal invertebrates in relation to temperature and the foraging behaviour of their shorebird predators. Mar. Ecol. Prog. Ser. 11: 141-150.
- Prater, A.J. 1972a. Food of Turnstones in Morecambe Bay. Bird Study 19: 51-52.
- Prater, A.J. 1972b. The ecology of Morecambe Bay. III. The food and feeding habits of Knot (*Calidris canutus* L.) in Morecambe Bay. J. Appl. Ecol. 9: 179-194.
- Puttick, G.M. 1979. Curlew Sandpiper *Calidris ferruginea* foraging related to prey availability. In Cooper, J. (ed). Proceeding of the symposium on birds of the sea and shore, 1979. African Seabird Group, Cape Town. 116.
- Quammen, M.L. 1984. Predation by shorebirds, fish, and crabs on invertebrates in intertidal mudflats: an experimental test. Ecology 65: 529-537.
- Ryan, P.G. & S. Jackson 1986. Stomach pumping: is killing seabirds necessary? Auk 103: 427-428.
- Serrano, P. & J. Cabot 1984. Datos sobre la alimentacion de Avoceta (*Recurvirostra avosetta*) en el estuario de Guadiana. Donana Acta Vert. 11: 143-146.
- Smit, C.J. & W.J. Wolff 1980. The birds of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam.
- Smith, P.C. 1975. A study of the winter feeding ecology and behaviour of the Bar-tailed Godwit. Thesis, Dept. of Zoology, University of Durham: 1-196.
- Smith, P.C. & P.R. Evans 1973. Studies of shorebirds at Lindisfarne, Northumberland. 1. Feeding ecology and behaviour of the Bar-tailed Godwit. Wildfowl 24: 135-139.
- Swennen, C. 1971. Het voedsel van de Groenpootruiter *Tringa nebularia* tijdens het verblijf in het Nederlandse Waddengebied. Limosa 44: 71-83.
- Swennen, C., M.F. Leopold & M. Stock 1985. Notes on growth and behaviour of the American razor clam *Ensis directus* in the Wadden Sea and the predation on it by birds. Helgol. Meeresunters. 39: 255-261.
- Tjallingii, S.T. 1969. Habitatkeuze en -gebruik van de Kluut. Doctoraalverslag Zool. Lab. Rijksuniversiteit Groningen, 127 pp.
- Walmsley, J.G. & M.E. Moser 1981. The winter food and feeding habits of Shelduck in the Camargue, France. Wildfowl 32: 99-106.
- Ward, S & D.J. Bullock 1988. The winter feeding ecology of the Black-tailed Godwit - a preliminary study. Wader Study Group Bull. 53: 11-15.
- Whitfield, D.P. 1990. Individual feeding specializations of wintering Turnstone *Arenaria interpres*. J. Anim. Ecol. 59: 193-211.
- Wilson, R.P. 1984. An improved stomach pump for penguins and other seabirds. J. Field Ornithol. 55: 109-112.
- Wolff, W.J. 1969. Distribution of non-breeding waders in an estuarine area in relation to the distribution of their food organisms. Ardea 57: 1-28.
- Worrall, D.H. 1984. The diet of the Dunlin *Calidris alpina* in the Severn estuary. Bird Study 31: 203-212.
- Zwarts, L. 1980. Intra- and interspecific competition for space in estuarine bird species in a one-prey situation. Proc. int. orn. Congr. 17: 1045-1050.
- Zwarts, L. in press. Knot (*Calidris canutus*) maximize their rate of food intake by ignoring part of the available prey. Mar. Ecol. Prog. Ser.
- Zwarts, L., A.-M. Blomert & R. Hupkes 1990. Increase of feeding time in waders preparing for spring migration on the Banc d'Arguin, Mauritania. Ardea 78: 237-256.

BIJLAGE III

OVERZICHT VAN AANTAL TANDEN VAN NEREIS KAKEN.

A+C



faeces faeces>1 faeces>5 virens succinea