

Gemiddeld aantal eieren per legsel en gemiddeld aantal uitgevlogen jongen per broedsel van zeven kolonies in 1988 (zie figuur voor gebruikte afkortingen).

	Controle		Grote Rivieren				
	OuVe	BrWa	Wijh	Olst	Pann	Haaf	DoBi
Legselgrootte	3.6	3.3	2.8	3.6	3.7	3.2	3.3
Aantal legsels	104	50	8	18	21	31	52
Aantal jongen	1.7	2.2	1.3	1.7	1.2	1.3	0.5
Aantal broedsels	106	19	8	61	17	32	64

den op korte afstand bij elkaar zit, waardoor een goede steekproef kan worden verkregen.

De kolonie in Biesbosch bevindt zich bij het punt waar Rijn en Maas zich samenvoegen. In dit gebied is in de jaren zeventig veel vervuuld materiaal afgezet. Meer bovenstrooms is er in het verleden veel minder materiaal afgezet. De kwaliteit van het rivierwater was en is er echter vergelijkbaar. De kolonies in de Oude Venen (Fr) en in het Brede Water op Voorne zijn als referentiekolonie genomen. In deze gebieden is in het verleden geen vuil sediment van de Rijn afgezet en de waterkwaliteit is er altijd beter geweest dan langs de Grote Rivieren.

Een indruk van het broedresultaat werd verkregen door vanaf de grond met een verrekijker het aantal grote jongen op of naast het nest te tellen. Deze methode geeft evenwel geen informatie over het aantal eieren dat gelegd is en over de eventuele oorzaken van mislukking. Daarom werd de inhoud van de nesten eens per twee weken gecontroleerd, zo mogelijk alle in dezelfde week. De bezoeken in een kolonie duurden maximaal 2-3 uur, zodat de verstoring beperkt bleef. Tijdens de eerste controle werden bomen met nesten gemerkt en de hoogte van de nesten bepaald. In kleine kolonies betrof dit alle nestbomen, in grote kolonies slechts een selectie. Per controle werd het aantal eieren en jongen in deze nesten bepaald. Hulpmiddelen, zoals ladders, klimgordels en telescoopstokken (max. lengte: 8 m) met daarop gemonteerde spiegels vergrootten het aantal controleerbare nesten. Voor het bepalen van het gehalte aan contaminanten werden dode jongen, uitgebraakte visresten en enkele eieren verzameld. Uit eerdere onderzoeken was bekend dat milieuvreemde stoffen het eivolume en de eischaaldikte kunnen reduceren en de groei van de jongen kunnen remmen. Daarom werden de eieren en jongen uit lage nesten gewonnen en gemeten. Bovendien werden eischaalresten die onder de nesten lagen, verzameld om er later de dikte van te bepalen. Braakballen werden verzameld om te achter-

halen welke prooien de Aalscholvers hadden gegeten. De voedselgebieden van de Aalscholvers uit de kolonies werden achterhaald door de vliegrichtingen van en naar de kolonie vast te stellen en vervolgens de wateren in het verlengde van de verschillende vliegrichtingen te bezoeken.

De eerste resultaten over het broedsucces (tabel 1) geven aan dat in de kolonie in het sterk vervuilde sedimentatiegebied van de Rijn en de Maas (Dordtse Biesbosch) veel minder jongen per legsel uitvlogen dan in de overige kolonies. In de andere kolonies langs de rivieren vlogen twee tot drie keer zoveel jongen per legsel uit en de referentiekolonies leverden zelfs drie tot vier keer zoveel vliegvlugge jongen op. Deze resultaten suggereren een verband tussen de water(bodem)kwaliteit van het voedselgebied en het broedsucces: hoe vuiler, des te minder vliegvlugge jongen. Hiermee is evenwel nog niet aangetoond dat de oorzaak van het lage broedsucces inderdaad gelegen is in de slechtere water(bodem)kwaliteit of dat andere factoren een rol spelen, zoals de beschikbare hoeveelheid voedsel. Daarom worden de overige gegevens van de broedbiologie (broedduur, eischaaldikte, eivolume, groei van de jongen en tijdstip van jongensterfte) en de analysegegevens van de eieren, jongen en voedselresten op aanwezige contaminanten extra interessant. De uitwerking hiervan is nog in volle gang.

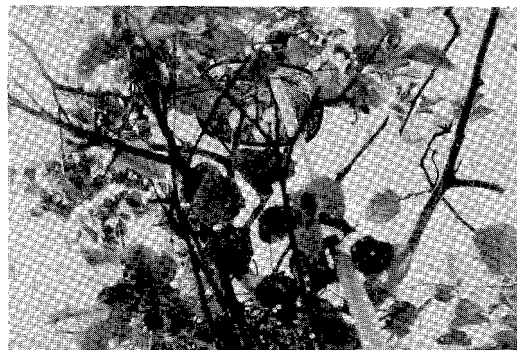
Theo J. Boudewijn, Sjoerd Dirksen, Ron G. Mes, L. K. Slager, Bureau Ecoland, Fregatstraat 97, 3534 RC Utrecht

Voedselbehoefte van sterns in het Waddengebied

MARCEL KLAASSEN

In het hedendaagse mariene milieu is heel wat loos. Het wordt grootschalig geëxploiteerd en vervuuld. Rampen zijn dan ook niet uitgebleven. De ineenstorting van de loddepopulatie, één van de meest bevestigde soorten ter wereld, is er waarschijnlijk de oorzaak van dat op Bereneiland in de Barentsz Zee 90% van alle Zeekoeten is verdwenen in de loop van 1986-87. Na de opkomst van de visserij op zandspiering rond de Shetland eilanden komen de Noordse Sterns de laatste vier jaar daar niet meer aan een succesvolle reproductie toe. En wat betreft desastreuze vervuiling ligt de plotselinge achteruitgang van de Grote Stern in de Waddenzee ten gevolge van vergiftiging door chloorkoolwaterstoffen in de jaren zestig nog steeds fris in het geheugen.

Om de effecten van verdergaande exploitatie en vervuiling van de zeeën te kunnen inschatten, is het noodzakelijk om de voedselbehoefte van zeevogelpopulaties vast te



Eieren, zichtbaar in de spiegel.

stellen. Voor deze problemen zijn al de nodige modellen opgesteld, maar de makers van deze modellen beschouwen deze als te grof om er goed mee te kunnen werken. De voedselbehoefte van populaties wordt namelijk bepaald door de individuele behoefte van al dan niet broedende adulte vogels, juveniele dieren en kuikens. En van elk individu is de energiebehoefte weer afhankelijk van variabelen, zoals het weertype en de beschikbaarheid van het voedsel (lang zoeken kost veel energie). Ik hoef niet verder duidelijk te maken dat het op verantwoorde wijze schatten van de voedselbehoefte een complexe en tijdrovende zaak is. Om een begin te maken is gekozen voor een onderzoek aan de kolonies van Visdief, Noordse en Grote Stern op Griend.

Dit onderzoek van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en de Rijksuniversiteit Groningen is dit jaar van start gegaan met het bepalen van de energiebehoefte van de kuikens. Dit heeft zich in zijn geheel binnen het laboratorium afgespeeld, waar van alle drie sternesoorten enkele jongen door ons werden grootgebracht. Naast de totale energiebehoefte is aan deze kuikens gemeten hoe de totale behoefte is verdeeld over basaal-metabolisme, opgeslagen weefsel, opbouwkosten van dit weefsel, thermoregulatie en activiteit. Nu zijn de eerste drie kostenposten zonder al te veel problemen direct vertaalbaar naar de veldsituatie, maar voor thermoregulatie en activiteit zijn metingen in het veld noodzakelijk.

Ten eerste moet de operationele temperatuur van de kuikens (de temperatuur die zij daadwerkelijk voelen) worden gemeten met behulp van metalen modellen waarover de huid van een echt kuiken is getrokken. Metingen met dergelijke modellen hebben op Spitsbergen, waar ik samen met mensen van de Universiteit van Trondheim aan Noordse Sterns heb gewerkt, al hun belang aangetoond. Voor de kuikens van de Noordse Stern werd op Spitsbergen incidenteel een operationele temperatuur ge-

meten van 29 °C, ofschoon de omgevingstemperatuur vrijwel constant 5 °C bedroeg. Daar "voelt" het dus niet altijd zo koud als men wel zou denken. Natuurlijk is de aldaar tijdens het broedseizoen altijd aanwezige zon daar verantwoordelijk voor. Deze operationele temperaturen leveren in combinatie met metingen van de kosten van thermoregulatie uit het laboratorium een schatting op voor de kosten van thermoregulatie in het veld. Met betrekking tot het laatste moeten wij natuurlijk wel rekening houden met het feit dat de ouders hun jongen broeden. Dat levert een aanzienlijke besparing op van de kosten voor thermoregulatie van de jongen.

Blijven de activiteitskosten over. Deze kunnen als "restpost" worden gemeten, indien wij de totale energie-uitgaven meten en daarvan alle hierboven besproken kostenschattingen aftrekken. Deze totale energie-uitgaven worden gemeten met behulp van dubbel-gemerkt water. Deze techniek, die ook wel zwaarwater-methode wordt genoemd, is gebaseerd op het feit dat bij het verbranden van voedingsstoffen, die de noodzakelijke energie moeten opleveren om alle levensprocessen te volbrengen, water en kooldioxide worden gevormd. Deze kooldioxide-productie is een goede maat voor het energieverbruik. In de praktijk worden stabiele (niet-radioactieve) isotopen van zuurstof (^{18}O) en waterstof (deuterium, D) in een kuiken gespoten en met regelmatige tussenpozen van een halve tot een hele dag van deze vogels bloedmonsters genomen. Tussen deze priksessies in loopt het kuiken vrij rond. Met behulp van massa-spectrometrie wordt in de bloedmonsters de concentratie ^{18}O en D bepaald. De verdwijning van isotopen over de periode tussen twee bloedmonsters is het gevolg van wateropname en water- en kooldioxide-productie uit de verbranding van voedingsstoffen. Met wat wis- en natuurkunde is uit de concentratieveranderingen van ^{18}O en D vrij nauwkeurig te berekenen wat de energie-uitgaven precies zijn geweest tussen twee opeen-



Visdieven (Jan Stronks). *Common Terns* *Sterna hirundo*.

volgende priksessies. Deze methode is al eens eerder beproefd met Noordse Sterns. Uit de resultaten bleek dat de activiteitskosten van grotere jongen een aanzienlijk deel van de totale energie-uitgave vormen: deze kunnen oplopen tot 50% van de totale energiebehoefte. De techniek met dubbel-gemerkt water geeft dus de mogelijkheid om heel precies de energie-uitgaven van vogels in het veld te meten en onze laboratoriumgegevens ook voor de veldsituatie bruikbaar te maken. Voor de sternekuikens op Griend zijn deze metingen nog niet uitgevoerd. Dat zal volgend jaar gebeuren, wanneer met dezelfde methode met dubbel-gemerkt water ook de energiebehoefte van de oudervogels wordt gekwantificeerd.

Om toch een idee te krijgen waar het naar toe gaat, kunnen wij voor de kuikens van de Grote Stern op Griend wel een voorlopige schatting van hun voedselbehoefte geven. Dit jaar werden op Griend 7600 broedparen van de Grote Stern geteld. Ervan uitgaande dat deze alle één vliegvlug jong produceerden met dezelfde energiebehoefte als de kuikens in het laboratorium, komen wij op een totale opname voor de kuikens van 0.3 ton vis per dag. Dat is op zich niet zo veel. Echter, de gegeten vis kan om anatomische beperkingen bij de Grote Stern veelal niet langer dan 14 cm zijn. Dat betekent dat van bepaalde vissoorten zoals haring, alleen de jongere jaarklassen kunnen worden gegeten. Al heel wat minder keus voor de Grote Sterns dus. En al het eten moet toch worden aangesleept, willen de jongen overleven. Zoals al eerder gezegd, zal het komende jaar het accent mede liggen op de energie-uitgaven van de ouders. Hierbij zal veel aandacht worden besteed aan dit "aanslepen" van voedsel, omdat dat waarschijnlijk één van de duurste bezigheden voor de ouders is.

Om de aansleepkosten te kunnen meten, moeten wij onder meer weten welke prooi-soorten de sterns eten, waar die gevangen kunnen worden (vliegkosten) en wat de energie-inhoud van iedere prooi-soort is. Ook is het van belang om na te gaan hoe de beschikbaarheid van verschillende prooi-soorten verandert in de loop van het seizoen, met de getijdcyclus en het weer. Voor zover het de Noordse Stern betreft, worden momenteel op Griend reeds uitgebreide waarnemingen aan het voedsel verricht door Jan Faber.

De combinatie van laboratoriumexperimenten en veldwaarnemingen moet ons leren wat voor sterns de kritische omstandigheden zijn waarbij het grootbrengen van jongen mislukt. Misschien kunnen wij dan begrijpen waarom sterns de laatste decennia in ons land zo sterk in aantal zijn achteruitgegaan (en voor zover er sprake was van herstel niet naar het oude niveau teruggingen) en welk type veranderingen in het mariene milieu voor deze soorten de grootste bedreiging vormen.

M. R. J. Klaassen, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Postbus 9201, 6800 HB Arnhem

Dwergsterns op de Hooge Platen

RENÉ BEIJERSBERGEN

In het westelijke deel van de Westerschelde, niet ver buiten de kust van Zeeuws Vlaanderen, liggen de Hooge Platen. Dit gebied bestaat uit zand- en slikplaten en beslaat bij hoogwater een oppervlakte van c. 60 ha en bij

laagwater van c. 1 800 ha. De Hooge Platen worden omgeven door geulen die tot 40 m diep zijn. In deze geulen lopen sterke getijdestromen; bij gemiddeld hoogwater bedraagt het getijdeverschil 3.9 meter, bij springtij 5 meter. De Hooge Platen worden sinds 1978 door de Stichting het Zeeuws Landschap beheerd als natuurreservaat. Het gebied heeft grote ornithologische betekenis, vooral als foerageergebied en hoogwatervluchtplaats voor 30 000-50 000 steltlopers (mei, augustus-september), ruiplaats voor Bergeenden (juli-augustus), slaapplaats voor 10 000 ganzen (januari-februari) en broedgebied voor onder meer vier soorten sterns.

Op de Hooge Platen broeden sinds 1972 Dwergsterns (8 paar). Met 150-180 paar in 1985-88 is deze kolonie nu de grootste in ons land: 40% van de Nederlandse broedpopulatie. Door mijn werk als terreinbeheerder bij het Zeeuws Landschap kon ik sinds 1981 enig onderzoek doen naar baltsgedrag en paarvorming, broedbiologie, alsmede verspreidings- en voedsel-ecologie van Dwergsterns. De tijd die kon worden besteed, was doorgaans beperkt. Hieronder volgen enkele aspecten van het onderzoek naar de voedsel-ecologie.

Het stapelvoedsel van zowel adulte als jonge Dwergsterns wordt gevormd door de jongste jaarklassen van rondvissoorten, vooral van zandspiering (lengte c. 4 cm), sprot (c. 8 cm) en vermoedelijk ook haring. Vanaf de aankomst van de sterns eind april tot de eerste week van juni vormt kleine eerstejaars zandspiering de hoofdmoot in het menu (80% op 2 juni 1987, $n = 66$). Na de eerste decade van juni wordt in toenemende mate jonge sprot geconsumeerd.

De eerste jongen komen tussen 6 en 10 juni uit het ei. Deze worden in hun eerste vier à vijf levensdagen vooral gevoerd met jonge zandspiering. Dit houdt ongetwijfeld verband met het feit dat grotere vis door de kuikens niet kan worden ingeslikt. De eetlust van jonge Dwergsterns is enorm: een vier dagen oud kuiken verorbert per dag al 50 visjes, vooral eerstejaars zandspiering (82%, $n = 96$). Daarna wordt in toenemende mate eerstejaars sprot gevoerd (58%, $n = 26$). De voedselopname van het jong, uitgedrukt in energiehoud, neemt daarmee toe, zonder dat het aantal voedselvluchten van de oudervogels stijgt; dat neemt aanvankelijk zelfs af. Ook jongen die later in het seizoen worden geboren, krijgen in het begin jonge zandspiering gevoerd. Broedvogels die zich op dat moment nog in de eilegfase bevinden, voeden zich niet met eerstejaars zandspiering maar met sprot en haring (tabel).

Gedurende de eerste levensdagen van de kuikens worden zij nagenoeg uitsluitend door het mannetje gevoerd; kuikens tot vier dagen oud kregen 94% ($n = 49$) van alle visjes van het mannetje. Daarna neemt het vrouwtje een groter deel van de voedselvoorziening voor haar rekening. Een tien dagen oud jong kreeg 77% ($n = 26$) van alle visjes van het mannetje, twee juist vliegvlugge jongen 56% ($n = 9$). Het vrouwtje voorziet zelf geheel in haar levensonderhoud. Wanneer zij foerageert, blijft het mannetje bij de jongen.

De Westerschelde heeft voor de hierboven genoemde vissoorten een kraamkamerfunctie. Deze vissen worden in de zuidelijke Noordzee geboren en bereiken als larve of als jong onder meer de Westerschelde, daarbij geholpen door de zeestromen. In het begin van het broedseizoen vormt zandspiering het stapelvoedsel voor adulte en vroeg uitgekomen jonge Dwergsterns in hun eerste levensdagen. In de loop van juni verschijnen sprot en haring in de Westerschelde. Deze vissoorten gaan dan het